

明 細 書

n相オゾン発生装置

技術分野

- [0001] この発明は、酸素を主体にした原料ガスを供給してオゾンガスを生成する大容量オゾン発生装置に関するもので、詳しくはオゾン電源のn相交流電源構成とオゾン発生器の放電セル群を電氣的にn個の放電セル群（オゾン発生ユニット）に分割させる構成としたn相オゾン発生装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来の大容量オゾン発生装置は、例えば、図10のような構成で、約数十kg/h～数百kg/h級の大容量オゾン発生装置が実現されている。この大容量オゾン発生装置を利用して、下水の高度水処理やパルプ漂白分野でオゾンが利用されている。
- [0003] 図10において、従来のオゾン発生量35kg/h級の大容量オゾン発生装置の一例を示す。従来の大容量オゾン発生装置1100は、冷却するための水タンクを配設し、酸素原料ガスを満たした巨大タンク（直径の3000mm、長さ4500mm）に、600本の直径の40mm、長さ2000mmの円筒ガラス高電圧管5の内部に高電圧電極3をコーティングした円筒型高圧電極管を装着する構成である。
- [0004] 2000は複数個の円筒ガラス高電圧管5に高電圧を供給するためのトランスである。3000はインバータ出力電流を抑制する複数個の直列リアクトルである。4000は直流電圧の入力から単相交流電圧を出力するための単相インバータ素子である。5000はインバータに入力する直流電圧を供給するためのコンバータ（整流器）である。6000は三相商用交流電源とオゾン発生装置の負荷による第3高調波を遮断するための入力トランスである。4100はインバータ素子4000を駆動するためのドライブ回路である。4200はインバータ素子4000の制御回路である。4300はオゾン発生装置の状態およびインバータに出力する電流等の設定条件指令と管理を行うコンピュータである。図11は、直径40mmの円筒ガラス管5を200mm角の断面に装着した場合の装着できる本数を模式的に想定した図を示す。図12は、インバータの指令信号とインバータ出力波形との関係を示す特性図である。

[0005] 従来の大容量オゾン発生装置では、三相商用交流電源を入力トランス6 000に入力し、入力トランス6 000の出力を一旦コンバータ5 000によって直流電圧に変換し、この変換した直流電圧をインバータ素子4 000に入力し、インバータ素子4 000によって、約1kHzの交流電圧に変換している。

インバータ素子4 000は、コンピュータ43 00からオゾン性能の条件を制御回路42 00に送り、制御回路42 00では、インバータの制御信号を作り出し、所定の制御信号をドライブ回路41 00からインバータ素子4 000に図12の2つの指令信号7 001a、7 001bのON-OFF信号として交互に入力することにより、そのパルスに同期した交流矩形電圧がインバータから出力される。

この交流矩形電圧はインバータ出力電流を抑制する直列リアクトル3 000を介して、トランス2 000に入力することで、トランスの2次側から1kHzの正弦波形に近い約10kV程度の高電圧交流波形Y1が出力される。この高電圧交流電圧は、大容量オゾン発生装置11 00の高圧端子12 0から複数個の円筒ガラス高電圧管5に印加している。2次電圧のも1つの低電圧を大容量オゾン発生装置11 00のアース端子(低電圧端子)YGに接続している。このように、オゾン発生装置11 00に高電圧を印加することで、高電圧電極3と低電圧電極間に誘電体である円筒ガラス高電圧管5を介して無声放電を発生させ、オゾンを生成し、オゾン発生装置11 00のオゾン取出口11 0からオゾンビガスを取り出せるようになっている。

[0006] この従来のオゾン発生装置11 00は、35kg/h級の大容量オゾン発生装置の性能仕様(スペック)では表1のようになる。大容量オゾン発生装置は、直径の3 000mm、長さ4 000mm、容積28m³と非常に大きな装置である。また、電源容量は、452kWで、負荷力率は約30%程度であるため、負荷電流は150A、負荷電圧10kV、負荷容量は1500kVAとなり、トランス2 000が非常に大きくなる。

[0007] [表1]

	従来の円筒多管方式のスペック
放電セル体積	20cm X 20cm X 200cm (0.003m ³)
放電数	600本 (約40-2000)
放電面積 (m ²)	150.72
オゾン発生装置のタンク容積	約3000-4000mm (28m ³)
定格オゾン濃度 (g/m ³)	180
最大オゾン濃度 (g/m ³)	220
オゾン収率 (kWh/kg _{O₃})	11
放電電力密度 (W/cm ²)	0.8
放電電力 (kW)	452
オゾン発生量 (kg/l)	41.11
ガス流量 (l/min)	3806.1
動作周波数 (kHz)	1
負荷力率 (%)	30
負荷電流 (A)	150.72
負荷電圧 (kV)	10

[0008] また、オゾン発生装置のオゾン容量と放電負荷抵抗の関係は、図13のような特性図になる。図13において、特性Eは、従来の交流電圧の周波数1kHzで円筒多管式オゾン発生装置の特性を示す。放電抵抗特性は800laのようになり、大容量になればなる程、放電抵抗(負荷インピーダンス)が小さくなる。そのため、大面積の放電部分に均等に無声放電を安定的に広げることが難しくなる。

[0009] また、周波数とオゾン発生装置に印加する放電電圧特性は、図14のような特性図になる。図14において、特性F(実線)は、放電ギャップ長0.1mm、放電電力密度1.5W/cm²の場合の放電電圧特性である。特性G(点線)は、放電ギャップ長0.3mm、放電電力密度0.3W/cm²の場合の放電電圧特性である。周波数が低くなるほど、放電電圧は高くなる。さらに、放電電力密度が高くなると、放電電圧も高くなる。

従来の円筒多管式オゾン発生装置は、放電ギャップ長が0.3-0.6mm程度で、周波数は1kHz-3kHzで、放電電力密度が0.3W/cm²の設定条件でオゾンが発生される。そのため、図14の動作領域は800lbになり、放電電圧が10kV前後となる。また、放電電力密度が0.3W/cm²より高くなると、放電電圧が12kV以上高くなるため、装置の実用上放電電力密度を0.3W/cm²より高くすることは好ましくない。

[0010] さらに、直径の40mm、長さ2000mmの円筒ガラス高電圧管5を複数本挿入し、動

作周波数 1kHz で、放電電力密度 $0.3\text{W}/\text{cm}^2$ にした場合のオゾン発生量 $7\text{kg}/\text{h}$ 級の従来のオゾン発生装置および、オゾン発生量 $70\text{kg}/\text{h}$ 級の従来のオゾン発生装置の容積は、図15の8003a、図16の8003bに示すように、それぞれ 0.7m^3 、 56m^3 と大きな容積になっていた。また、動作周波数が 1kHz で、オゾン発生器の力率が30%と悪いとため、放電容量が非常に大きくなり、トランス2000、インバータ素子4000が非常に大きくなり、大容量オゾン発生装置は巨大なシステムになっていた。

[0011] このように、従来の大容量オゾン発生装置を改善するための、技術改善を行うため、下記のような先行技術があった。

まず、本発明に先立って提案された大容量オゾン発生装置として、日本特願2002-306941号には、長方形の2枚の平板状電極と2枚の平板電極間に誘電体を介して約 0.1mm ギャップの放電空間を設けた放電セルを1つのチャンバー内に複数個装着した大容量オゾン発生装置が提案されている。この装置ではチャンバー内に装着した複数の放電セル電極を並列的に接続し、電極間に交流高電圧を印加することにより、誘電体を介して、各放電セルのギャップ部に均一な誘電体バリヤー放電（無声放電）を発生させ、同時にチャンバー内に酸素ガスを主体にした原料ガスを入れ、放電セルの外周から 0.1mm の短ギャップの放電空間に均等にガスを通す工夫をして多量のオゾンガスを取り出す方法および構造が示されており、動作周波数を 1kHz とし、放電電圧の低下とともに、放電電力密度も $1.0\text{W}/\text{cm}^2$ と性能アップが図られている。

[0012] また、他の先行技術の日本特開平9-59006号公報において、無声放電式のオゾン発生装置用電源装置として負荷力率およびオゾン発生効率を向上させる目的で複数の放電管を並設し、3相電流形インバータと3相結線をしたトランスを用いたオゾン発生装置用電源装置が提示されている。

[0013] また、他の先行技術の日本特開平6-305706号公報、日本特開平7-240268号公報において、 n 相交流を出力する n 相交流電源と放電チャンバー内に n 個の放電電極棒を配設し、放電電極棒の一端を正 n 角形の位置に放電電極棒を設定し、 n 個の放電電極棒に n 相の交流電圧を印加させ、各電極間の電極棒近辺にコロナ放電を生じさせ、正 n 角柱状に設置した放電電極棒に沿って酸素を含んだ原料ガスを流

すことでオゾンを生成する構造にしている。この多相交流多電極コロナ放電装置は1相のコロナ放電装置に比べ、各電極間での平面状放電をオゾン生成に利用できるので、効率が良くなると開示されている。

[0014] また、他の先行技術の日本特公平-22724号公報において、 n 相交流を出力する n 相交流出力器と放電チャンバー内に n 個の放電電極棒を配設し、放電電極棒の一端を正 n 角形の位置に放電電極棒を設定し、もう一端の放電電極棒を1つの頂点に近接させるように、つまり正 n 角錐状に放電電極棒を設置し、 n 個の放電電極棒に n 相の交流電圧を印加させ、各電極間の電極棒近辺にコロナ放電を生じさせ、正 n 角錐状に設置した放電電極棒の底辺部から正 n 角錐状の頂点に向けて酸素を含んだ原料ガスを流すことでオゾンを生成する構造にしている。この多相交流多電極コロナ放電装置は1相のコロナ放電装置に比べ、各電極間での平面状放電をオゾン生成に利用できるので、効率が良くなると開示されている。日本特開平7-24 068 号公報と電極棒の配置構成は異なるが同等の発明になっている。

[0015] また、他の先行技術の日本特開平7-1573 02号公報において、 3 相交流電源を 1 結線(あるいはスター結線)されたトランスを設け、各トランスの 2 次側端子の一端を共通電極として筒体端子に接続し、もう一方の 2 次側端子を棒状の高圧電極に交流高電圧を印加するオゾン発生装置が示されている。

[0016] また、他の先行技術の日本特開平10-251 04号公報において、1つの接地電極(低圧電極面)に複数個の誘電体と高圧電極を設けた放電セルを多段に積層するようにしたオゾン発生器の構成において、 3 相インバータと 3 相トランスの組み合わせで構成したオゾン電源と多段に積層した放電セルを、 3 つのセル群に分割し、それぞれの高圧電極部に 3 相交流高電圧を印加するように構成している。また、他の実施例として、電源としては1つの放電チャンバーに複数個の交流高電圧を供給する例として、 4 つのオゾン電源を接続する実施例が示されている。 3 相オゾン電源にすることで、 3 つの放電セルを駆動でき、電源のコンパクト化が図れ、電源部がコンパクトになり、安価にできることが示されている。

[0017] さらに、他の先行技術の特開2001-264 06号公報において、オゾン発生器ユニットをスグック化することで、オゾン発生器の大容量化とコンパクトに構成できるオゾン発

生装置が示されている。

[0018] 本発明に先立って提案された前記 日本特願 2 002-3 0694 1 号においては、図 7 に示す超コンパクトタイプのオゾン発生器 ユニット 1 00 が開示されている。図 7 において、3 は 1mm 厚以下の薄い平板誘電体 5 に挟まれた非常に薄い(厚さ約 1 00 μ m 以下)の高圧電極である。7 は平板電極で幅 2 0mm、長さ 5 00mm で数 mm 厚の長方形型低圧電極である。そして、1mm 厚以下の薄い平板誘電体 5 に挟まれた非常に薄い高圧電極 3 と、数 mm 厚の長方形型低圧電極 7 とを交互に複数個積層して、大きさ約 2 00mm X 2 00mm、長さ 5 00mm のオゾン発生器 ユニット 1 00 が構成される。数 mm 厚の長方形型低圧電極 7 はエッチング加工された 2 枚の平板板を貼り合わせることで、長方形型低圧電極 7 の内部は、水の冷却通路とオゾンガスを取り出す構成になっている。また、短ギャップ放電空間を形成するために、0. 1mm の突起状のスペーサを長方形型低圧電極 7 の両面に設けて構成されている。さらに、長方形の放電空間で酸素ガスを均等に流し、オゾン発生性能を高めるために、長方形の放電空間から複数個のオゾンガスを取り出すように工夫された電極になっている。図 7 においては、電極を冷却するための水の出入り口、オゾンガス取出口については記載していないが、詳細な構成については、日本特願 2 002-3 0694 1 号に記載されている。

日本特願 2 002-3 0694 1 号においては、1 つの放電チャンバーに複数個の放電ユニット 1 00 を図 6 のように装着し、図 14 の 8 002b に示すように、電源周波数は、従来の 3kHz 以下から 6kHz-2 0kHz 程度に高周波化し、オゾン発生装置の従来の放電電力密度を 0. 3W/cm² から 1W/cm²-2W/cm² 程度にして設計すれば、図 15 の 8 004a、図 16 の 8 004b に示すように、単機で、従来の容積に比べ、数分の 1 となる超コンパクトの大容量オゾン発生装置 11 00 を構成できることが示されている。

さらに、オゾン性能特性は、従来の円筒多管式オゾン発生装置では、図 17 の 8 005a で示しているように、最大オゾン濃度が 22 Qg/m³ 程度であるが、これに比べて、積層平板式オゾン発生装置では、図 17 の 8 005b に示すように、最大オゾン濃度が 34 0 g/m³ となり、1. 5 倍の高濃度オゾンが得られる。大容量オゾン発生装置におけるオゾン濃度の性能は、最大オゾン濃度よりも、1kg/h のオゾンガスを得るための必要な電力量(オゾン収率)が重要である。このオゾン収率を重視したオゾン濃度は、図 17

では、円筒多管式オゾン発生装置が約 18 g/m^3 に対し、積層平板式オゾン発生装置が 21 g/m^3 となり、オゾン収率は20%弱アップさせることができる。

[0019] 以上、図11による従来の円筒多管方式のオゾン発生装置と、図7によるこの発明の前提となる積層平板式のオゾン発生装置との性能スペックを比較すると、表2のようになり、大容量化、コンパクト性の面では、積層平板式オゾン発生装置が有利になる。ただ、装置のシンプル性と組み立ての容易性で、従来の円筒多管方式が有利となり、製作コストが積層平板式オゾン装置より勝っていた。しかし、この装置のシンプル性と組み立ての容易性においても、日本特願2002-306941号により、長方形型の性能の良い積層平板式オゾン発生器が実現できることで、大容量化においても、積層平板方式のオゾン発生装置が有利になりつつあることが説明されている。

[0020] [表2]

	円筒多管方式	積層平板方式
放電セル体積	20cm X 20cm X 50cm	20cm X 20cm X 50cm
放電数	25本 (40-50)	32枚 (200X50)
放電面積 (m ²)	1.51	2.76
定格オゾン濃度 (g/m ³)	180	210
最大オゾン濃度 (g/m ³)	220	340
オゾン収率 (kWh/kg ^{0.6})	11	9.5
放電電力密度 (W/cm ²)	0.8	1.1
放電電力 (kW)	4.52	30.41
オゾン発生量 (kg/h)	0.41	3.20
ガス流量 (L/min)	38.1	254.1
動作周波数 (kHz)	1	10
電圧 (kV)	10	6

[0021] しかし、短ギャップ放電装置でかつ周波数が数kHz以上で、放電電力密度が 0.5 W/cm^2 以上に設定したオゾン発生装置においては、図13のオゾン容量と放電抵抗の特性から最大単機容量に限界があることが判明した。図13において、放電電力密度 1.4 W/cm^2 における放電特性Aから放電特性Dは積層平板式のオゾン発生装置の特性を示す。放電特性Eは従来の円筒多管式のオゾン発生装置の特性で、周波数は 1 kHz 、放電電力密度 0.3 W/cm^2 の場合のものである。図13の積層平板

式の特性領域8 002aで示すように、大容量オゾン発生装置にすると、オゾン発生装置の放電抵抗が非常に小さくなり、放電を全面に広げ、安定オゾンが発生させることが困難になる。結果として、大容量オゾン発生装置に構成しても、小容量のオゾン発生装置に比べ、高濃度オゾンが得られなくなり、かつオゾン収率が悪くなることが分かった。また装置の制御性、安定性を考慮したオゾン発生装置を大容量化するには実験から約2 0オーム以上の放電抵抗が必要である。従って、本積層平板式のオゾン発生装置では、単機容量として、1 0kg/h前後が最大限界容量であることが分かった。また、単機容量を増すと、放電効率や悪いことや、負荷電流値のピーク電流が増えることで、オゾンを生成するための消費電力がアップするなどの経済的な制限が加わる。そのため、オゾン発生装置の単機容量に制限が加わる。さらに、単機容量を増すと、放電セルの負荷インピーダンスが非常に小さくなるため、オゾン発生量を安定に供給するための電源の制御能力が極端に悪くなるため、単機容量を大きく出来ないなどの問題点が出て来た。

[0022] 一方、オゾンを利用するオゾンの水処理装置やオゾンによるパルプ漂白に利用するオゾンパルプ漂白装置においては、数十kg/hから数百kg/hのオゾンが必要である。現状で、数百kg/h級のオゾン発生装置を円筒多管方式のオゾン発生装置の構成のものを採用すると、電極形状から約2 00m³程度の大規模設備となる。そのため、オゾンを利用する水処理分野やパルプ漂白分野では、よりオゾン収率が良く、オゾン濃度が高く、しかも単機容量としては数十kg/h級ー1 00kg/h級の大容量化と極端なコンパクト化が望まれている。

[0023] 以上のように、単機容量としては数十kg/h級ー1 00kg/h級の大容量化したオゾン発生装置を構成するには、放電セルを複数個装着できるチャンバー構成にするだけでなく、オゾン電源を含めたオゾン発生装置のシステム構成を見直す必要があることが判明した。単純には1機のオゾン発生ユニットに複数台のオゾン電源を並べ、それぞれ電氣的に独立させたものでオゾン発生量を制御させる必要があることが判明した。

[0024] 特許文献1: 日本特開平9-59 006号公報

特許文献2: 日本特開平6-3 067 06号公報

特許文献₃：日本特開平₇-24 0₆₈ 号公報

特許文献₄：日本特公平₈-22724号公報

特許文献₅：日本特開平₇-1 573 0₂ 号公報

特許文献₆：日本特開平1 0-251 0₄ 号公報

特許文献₇：日本特開₂ 001-264 0₃ 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [00₅] 日本特開平₉-59 00₃ 号公報は、₃ 電極を1つの放電管で構成した₃ 相放電管を複数個も設置させる方式であり、放電管の構造が複雑になったり、数十kg/h級-1 00 kg/h級の大容量化が困難であるなどの問題点があった。
- [00₆] また、日本特開平₆-3 0₃ 7 0₃ 号、日本特開平₇-24 0₆₈ 号、日本特公平₈-227 2 4 号、および日本特開平₇-1 573 0₂ 号は、1つの放電管に正_n角柱状に放電電極棒を配設し、_n相交流電源にて複数個の平面状放電によってオゾン生成を効率良く生成するものとして示されているが、本構成では放電管の構造が複雑になり、数十kg/h級-1 00kg/h級の大容量のオゾン発生装置を実現させるには放電管自身が非常に大きくなるなどの問題点があった。
- [00₇] また、日本特開平1 0-251 0₄ 号では、オゾン電源として、₃ 相電流形インバータと₃ 相結線をしたトランスを用いたオゾン発生装置用電源装置が開示されており、₃ 相電源およびオゾン発生器を複数台用いれば、大容量のオゾン発生装置を実現できるが、よりコンパクトなオゾン発生器で、1台のオゾン電源で数十kg/h級-1 00kg/h級の大容量用電源構成が出来ないため、大容量用電源が大きくなり、より安価に大容量オゾン装置が実現できないなどの問題点があった。
- [00₈] 以上のように、従来のオゾン発生装置においては、数十kg/h級-1 00kg/h級の大容量のオゾン発生させる装置としては装置全体が非常に大きくなり、安価で装置を実現させることが出来なかった。
- [00₉] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、大容量オゾン発生装置をよりコンパクトにし、安価で実現させるため、特に、オゾン発生器に電気を供給する構成と、オゾン電源構成と、制御方式とを含めた構成において、コンパクトで

安価にするとともに、装置のメンテナンス性も向上させることを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0030] この発明に係る n 相オゾン発生装置においては、商用周波数の電圧を整流し、整流した電圧をインバータで所定周波数の交流電圧に変換し、所定周波数の交流をトランスおよびリアクトルで高電圧交流化し、高電圧交流化した高電圧と低電圧を出力するオゾン電源と、オゾン電源の交流高電圧を入力する高圧端子および低電圧を入力する低圧端子を有する1つの放電チャンバーと、この放電チャンバー内に積層設置され、平板状の高圧電極および低圧電極を交互に複数積層して構成された複数個の積層平板式オゾン発生器ユニットとを備えた大容量オゾン発生装置において、オゾン電源は、整流した電圧を n 相の所定周波数の交流電圧に変換し n 相の交流電圧波形を出力する n 相インバータと、 n 相インバータから出力された n 相の交流電圧を n 相の高電圧交流電圧に変換する n 個のリアクトルおよび n 相構成のトランスと、 n 相の高電圧交流電圧を出力する n 個の高電圧端子と、 n 個の高電圧に対して共通電位を有する1個の低電圧を出力する低電圧端子とから構成され、複数個の積層平板式オゾン発生器ユニットは、放電チャンバー内で n 個に電氣的に分割され、1つのオゾン発生器ユニットの高圧電極は同電位の高電圧電位とし、それぞれのオゾン発生器ユニットから n 個の高圧電極端子とオゾン発生器ユニットの全ての低圧電極を共通にした1個の低圧電極端子を引き出し、オゾン電源出力の n 個の高電圧端子にオゾン発生器ユニットの n 個の高圧電極端子を接続し、オゾン電源出力の1個の低電圧端子にオゾン発生器ユニットの1個の低圧電極端子とを接続することにより、 n 相の交流放電を各オゾン発生ユニットで発生させ、オゾンが発生させるようにしたものである。
- [0031] また、オゾン電源は、 n 相トランスと複数個のオゾン発生ユニットとの間に設けられ、オゾン発生ユニットの全ての低圧電極を共通にした1個の低圧電極端子と n 個のオゾン発生ユニットのそれぞれに並列に接続された n 個のリアクトルを備えたものである。
- [0032] また、オゾン電源は、3相から n 相まで、均等時間分割できる時分割器を備え、外部信号から指定相数信号を時分割器に入力することにより、時分割器から均等時間分割した信号をインバータに指令することで、3相から n 相まで段階的に平衡性を保って、任意の相に可変制御できるものである。

- [0033] また、オゾン電源の n 個のリアクトルもしくは n 個のトランスは、断面形状を多角形にしたI型コアの周りの対辺に、トランスコイルもしくはリアクトルコイルを巻いたU型コアもしくはL型コアを複数個密着させることで、 n 個のトランスもしくは n 個のリアクトルを構成し、前記 n 個のトランスもしくは n 個のリアクトルのコイルをA結線もしくはスター結線に結線したものである。
- [0034] また、オゾン電源の n 個のリアクトルもしくは n 個のトランスは、多角形のI型コアの周りの対辺に密着させたU型コアまたはL型コアを着脱自在な構成にして、 n 相のトランスまたはリアクトル構成とした変成器を3相— n 相のトランスまたはリアクトル構成に変換できるものである。
- [0035] また、オゾン電源の n 個の高電圧端子とオゾン発生器ユニットの n 個の高圧電極端子間にヒューズもしくは遮断するための遮断器を設けたものである。
- [0036] また、オゾン電源の n 個の高電圧端子の出力部のそれぞれに電流検出器を設け、各位相に流れる電流値が所定値以上である相があれば、前記所定値以上の電流が流れている相を電氣的に遮断させ、 $n-1$ 相で運転するものである。
- [0037] また、オゾン電源の n 個の高電圧端子の出力部と低電圧電位出力部のそれぞれに電圧検出器を設け、低電圧電位と各位相にかかる電圧値が所定値以下である相があれば、前記所定値以下の電圧である相を電氣的に遮断させ、 $n-1$ 相で運転するものである。

発明の効果

- [0038] この発明の n 相オゾン発生装置は、 n 相の交流放電を各オゾン発生装置で発生させ、オゾンが発生させるようにしたので、高濃度で、かつオゾン収率の良い大容量のオゾン発生装置が実現でき、しかも、コンパクトで非常に安価な装置が得られる。また、 n 相のオゾン発生ユニット毎に、並列リアクトルを設け、オゾン発生ユニットと並列リアクトルとの並列共振によって、負荷力率を改善するようにしたので、電源容量が下げられ、インバータやトランスを非常に小さくできる効果がある。
- [0039] また、オゾン発生装置の付属部品であるリアクトル、トランスにおいて、断面形状を多角形にしたI型コアの周りの対辺に、トランスコイルもしくはリアクトルコイルを巻いたU型コアもしくはL型コアを複数個密着させることで、 n 個のトランスもしくはリア

他

クトルを構成し、 n 個のトランスもしくはリアクトルのコイルを Δ 結線もしくはスター結線に結線することによりトランスまたはリアクトル構成したので、リアクトル、トランスが非常に小さくできる効果がある。

- [0040] さらに、上記の効果に加え、3相から n 相まで、均等時間分割できる時分割器を設け、外部信号から指定相数信号をこの時分割器に入力することにより、時分割器から均等時間分割した信号をインバータに指令することで、3相から n 相まで段階的に平衡注を保って、任意の相に可変制御できる。また、リアクトル、トランスにおいて、多角形の1型コアの周りの対辺に密着させたU型コアまたはL型コアを簡単に取り付けたり、取り外すことが容易にできる。また、電源の n 個の高電圧端子と n 個の高圧電極端子間にヒューズもしくは遮断するための遮断器を設けることで、不要な相のオゾン発生ユニットを容易に遮断できる。また、各相のオゾン発生ユニットの電流値もしくは電圧を監視し、不具合オゾン発生ユニットを自動的に検出し、その不具合オゾン発生装置を取り除くようにすることを可能にできるようにしたので、発生器ユニットの一部が故障しても、故障した相の接続等を遮断するだけで、容易に復旧でき、大規模システムを非常に短い時間で復旧できる効果がある。

図面の簡単な説明

- [0041] [図1] 図1はこの発明の実施例1における6相インバータ、リアクトルおよび6相トランスで構成した n 相オゾン発生装置の全体システムの概略を示す回路構成図である。
- [図2] 図2はこの発明の実施例1における n 相インバータのメイン回路とゲート信号回路図である。
- [図3] 図3はこの発明の実施例1における n 相オゾン発生装置の各構成要素の詳細構成を示すシステム構成図である。
- [図4] 図4はこの発明の n 相インバータの指令信号とインバータ出力波形を示す特性図である。
- [図5] 図5はこの発明の実施例2におけるインバータの相数を任意に可変させるためのインバータ制御方式を示すブロック図である。
- [図6] 図6はこの発明の実施例における積層平板式のオゾン発生装置を示す構造図である。

[図7] 図7はこの発明の実施例における積層平板式のオゾン発生ユニットの概略構成図である。

[図8] 図8はこの発明の実施例3におけるn相トランス、リアクトルを示す構造図である。

[図9] 図9はこの発明の実施例4におけるn相トランス、リアクトル着脱機構を示す構造図である。

[図10] 図10は従来の大容量オゾン発生装置の概略構成を示すシステム構成図である。

[図11] 図11は従来のオゾン発生ユニットの電極構造を示す構造図である。

[図12] 図12は従来のオゾン発生装置のインバータの指令信号とインバータ出力波形図である。

[図13] 図13はオゾン発生装置のオゾン容量と放電負荷抵抗の関係を示す特性図である。

[図14] 図14はオゾン発生装置の電源の動作周波数と印加する負荷電圧の関係を示す特性図である。

[図15] 図15はオゾン発生量7kg/h級のオゾン発生装置の容積特性を示す特性図である。

[図16] 図16はオゾン発生量70kg/h級のオゾン発生装置の容積特性を示す特性図である。

[図17] 図17はオゾン発生装置のオゾン性能を示す特性図である。

符号の説明

- [0042] 100a-100f 複数個のオゾン発生ユニット
 1100 n相オゾン発生装置
 15a-15f 複数個のヒューズもしくは遮断器
 1500 ヒューズもしくは遮断器ブロック
 201a-201f 複数個の並列リアクトル
 2000-a 並列リアクトルブロック
 202a-202f 複数個のトランス
 2000-b n相トランスブロック

3 01a-3 01f 複数個の直列リアクトル
 3 000 直列リアクトルブロック
 4 01a-4 01f 複数個のインバータ素子
 4 000 n相インバータ素子ブロック
 5 000 コンバータ(整流器)ブロック
 6 000 入力トランスブロック
 41 00 インバータドライブ回路
 42 00 制御回路
 43 00 コンピュータ
 12 0 高電圧端子

発明を実施するための最良の形態

[0043] この発明をより詳細に説明するために、添付の図面に従って実施例を説明する。この実施例では、便宜上、6相インバータ、6相トランスで構成した6相オゾン発生装置を例にとって説明するが、n相インバータ、n相トランスで構成したn相オゾン発生装置に適用できることはもちろんである。

実施例 1

[0044] 図1はこの発明の実施例1におけるn相インバータ、リアクトルおよびn相トランスで構成したn相オゾン発生装置の全体システムの概略を示す回路構成図、図2はこの発明の実施例1におけるn相インバータのメイン回路とゲート信号回路図、図3はこの発明の実施例1におけるn相オゾン発生装置の各構成要素の詳細構成を示すシステム構成図、図4はこの発明のn相インバータの指令信号とインバータ出力波形を示す特性図である。

図3は、図1におけるコンバータユニット5 000、入力トランス6 000については、省略して示している。

図1-図3において、10 0a-10 0fは、6個のオゾン発生器ユニット、11 00は、6相(n相)オゾン発生装置で、積層平板式のオゾン発生器ユニット1 00を6個で構成し、オゾン発生量7 Qkg/h級の大容量オゾン発生装置にした例である。15 00は、6個の発生器ユニット1 00a-1 00fをそれぞれ遮断できる6個のヒューズもしくは遮断器15a-

15fからなるヒューズもしくは遮断器ブロック、2 000-aは、6個の各オゾン発生器ユニット1 00a-100fとの共振によって力率改善を行う6個の並列リアクトル2 01a-2 01fからなる並列リアクトルブロック、2 000-bは、6個の各オゾン発生器ユニット1 00a-100fにそれぞれ高電圧を供給するための6個のトランス2 02a-2 02fからなる6相(n相)トランスブロック、3 000は、インバータ出力電流を抑制する6個の直列リアクトル3 01a-3 01fからなる直列リアクトルブロック、4 000は、直流電圧の入力から6相電圧を出力するための6個のインバータ素子4 01a-4 01fからなる6相(n相)インバータ素子ブロック、5 000は、各インバータ素子4 01a-4 01fに入力する直流電圧を供給するための複数のコンバータ(整流器)51 00および52 00からなるコンバータ(整流器)ブロック、6 000は、商用交流電源とオゾン発生装置の負荷による第3高調波を遮断するための複数の入力トランス61 00a、61 00b、62 00aおよび62 00bから成る入力トランスブロック、41 00は、6相(n相)インバータ素子ブロック4 000を駆動するためのインバータドライブ回路、42 00は、6相(n相)インバータ素子ブロック4 000の制御回路、43 00は、オゾン発生装置の状態およびインバータに出力する電流等の設定条件指令と管理を行うコンピュータである。図1、図2において、a1、a2、b1、b2、c1、~~ん~~、d1、~~わ~~、e1、~~ゑ~~、f1、f2は、6相(n相)インバータ素子のゲート指令信号を示す。X1、X2はコンバータ(整流器)ブロック5 000からの直流電圧入力、Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6は、6相(n相)トランスブロック2 000-bからの6相(n相)高電圧交流電圧出力であり、このn相の高電圧交流電圧を出力するn個の高電圧端子に接続される。YGは6相交流電圧の共通低電圧(アース)であり、n個の高電圧に対して共通電位を有する1個の低電圧を出力する低電圧端子に接続される。図2において、D1a1-D6f2は、各インバータ素子4 01a-4 01fの各ゲート指令信号に設けた複数のダイオード、41a-46bは各インバータ素子4 01a-4 01fに設けた複数のパワートランジスターを示す。図1、図3のオゾン発生装置においては、オゾン発生器の水の冷却機構や原料ガスの供給構造、オゾンガスの取り出し機構については当然必要であるが、この発明と直接関係がないため、図には記載していない。12 0は、6個のオゾン発生ユニット1 00a-100fのそれぞれに位相の異なる6相(n相)の高電圧交流電圧を供給するための高電圧端子である。

[0045] 図1において、入力トランスブロック6 000に商用交流電源を入力し、オゾン発生装置に電圧を供給する。入力トランスブロック6 000では、商用交流電源とオゾン発生装置とを電氣的に分離することで、オゾン発生装置のインバータのON-OFFやオゾン発生装置からの高調波成分が商用交流電源に重畳されないようにカットする役目をしている。コンバータ(整流器)ブロック5 000では、入力トランスブロック6 000の2次電圧を受け、直流電圧に整流している。コンバータブロック5 000からの直流電圧は、6相(n相)インバータ素子ブロック4 000に入力される。6相(n相)インバータ素子ブロック4 000では、コンピュータ43 00から所定電流、周波数(周期)指令を制御回路42 00に入力する。制御回路42 00では、所定の周期で、かつ、6相(n相)に分けた位相の6相(n相)パルス波形を作り出し、インバータドライブ回路41 00に信号が送られる。インバータドライブ回路41 00では、各インバータ素子4 01a-4 01fを駆動するための出力にまで、出力アップして、インバータドライブ回路41 00にON-OFFパルスが送られる。6相(n相)インバータ素子ブロック4 000のゲート信号回路は、図2のようになり、 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 、 e_1 、 f_1 には、図4のパルス波形が入力される。

[0046] 例えば、 a_1 は位相0で、所定パルス幅でON信号がダイオードD1a1を介して、インバータ素子4 01aのパワートランジスタ41aのゲート回路にON信号が入力されるとともに、ダイオードD2a1を介して、次のインバータ素子である4 01bのパワートランジスタ42bのゲート回路にもON信号が入力され、パワートランジスタ41aと42bが導通状態になることで、パルス幅期間、 y_1 - y_2 間に+電圧が印加される。

次に a_2 にON信号がダイオードD1a2を介して、インバータ素子4 01aのパワートランジスタ41bのゲート回路にON信号が入力されるとともに、ダイオードD2a2を介して、次のインバータ素子である4 01bのパワートランジスタ42aのゲート回路にもON信号が入力され、パワートランジスタ41bと42aが導通状態になることで、パルス幅期間、 y_1 - y_2 間に-電圧が印加される。上記の a_1 、 a_2 のゲート信号が、所定同期Tで交互にON、OFF信号が入力されることで、 y_1 - y_2 間には、周期Tの交流矩形波電圧がインバータから出力される。

また、 b_1 、 b_2 は、 a_1 、 a_2 の信号を基準にして、位相は $t(=T/n)$ 遅れたパルス信

号がインバータ素子4 01b、4 01cのパワートランジスタ42a、43bのONおよびパワートランジスタ43a、42bのONを交互に繰返すことで、y1-y2間の交流矩形波電圧波形から位相tがずれた交流矩形波電圧波形がy2-y3間に印加される。

- [0047] このようにして、位相がt毎ずれた交流矩形波電圧波形がy3-y4間、y4-y5間、y6-y1間に印加される。この複数個の交流電圧を直列リアクトルブロック3 000の各直列リアクトル3 01a-3 01fを介して、6相(n相)トランスブロック2 000-bに入力すると、矩形交流電圧波形は直列リアクトルおよびトランスのL成分で、遅れた電流波形がトランスの1次側に流れることで、6相(n相)トランスブロック2 000-bの2次側に、正弦波に近い6相(n相)の高電圧波形Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6が出力される。直流電圧が均等に重畳して、インバータにかかる電圧をできるだけ低くして、インバータの耐電圧を抑制するため、6相(n相)トランスブロック2 000-bの1次側は、循環結線にしている。また、2次側は低圧電位(アース)を共通にするため、星型結線で、6相(n相)の高電圧波形を出力している。

- [0048] 図3において、6相(n相)の高電圧波形Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6は、6個のオゾン発生器ユニット1 00a-1 00f毎に遮断ができるように、ヒューズもしくは遮断器ブロック1 500で、6個のヒューズもしくは遮断器1 5a-1 5fを介して、6個のオゾン発生器ユニット1 00a-1 00fのそれぞれに位相の異なる6相(n相)の高電圧交流電圧を高電圧端子1 20から供給している。低圧電極は、装置の筒体と共通電位(アース)としてYGでトランスブロック2 000-bに戻されている。

実施例 2

- [0049] この実施例2においては、並列リアクトルブロック2 000-aに、6個(n個)の同一のリアクトル2 01a-2 01fを配設しており、6相(n相)トランスブロック2 000-bの2次側の高圧出力側と低圧電位(アース)間に接続して、各オゾン発生器ユニット1 00a-1 00fに対して並列に各リアクトル2 01a-2 01fを挿入している。オゾン発生器ユニット1 00の負荷としては、誘電体で形成されているため、容量負荷であり、負荷は進み負荷で、力率は約20%程度と低い。そのため、オゾン発生器ユニット1 00に、例えば、10 kWの電力を供給するように設計すれば、力率が低いため、1つのオゾン発生器ユニット1 00には、約5 kVA容量の電源を供給できるようにしなければならない。つまり、

トランスブロック2 000-b、インバータブロック4 000の容量を大きな値で設計しなければならなくなり、製作コストと同時に重量、容積が非常に大きくなる問題点が生じる。この問題は大容量のオゾン発生装置になればなる程大きな課題となってくる。

この問題点を解消するため、この実施例2では、6相 (n相) トランスブロック2 000-bの2次側に並列リアクトルブロック2 000-aを設け、並列リアクトル2 01a、2 01b、2 01c、2 01d、2 01e、2 01fと6個 (n個) のオゾン発生器ユニット1 00a-100fとのそれぞれの間で並列共振をさせて、力率改善をして、6相 (n相) トランスブロック2 000-bの2次側部で、20%以上大幅に高くすることで、トランスブロック2 000-bおよびインバータブロック4 000の力率が改善され、非常にコンパクトなトランスブロック2 000-bおよびインバータブロック4 000を実現することができる。この6相 (n相) 並列共振は、単機のオゾン発生器ユニットで、並列共振を行うより、負荷電流が有効に利用されるため、単機での共振リアクトルよりも、小さく設計できるれづメリットがある。

さらに、オゾン発生器ユニット1 00とリアクトルで共振する場合、並列共振以外に直列共振が多く用いられている。しかし、直列共振方式は大容量オゾン発生装置になると、負荷インピーダンスが小さくなるために、供給する負荷電流のコントロールが非常に難しくなることや、オゾン濃度の制御性が悪くなったりし、安定性が悪くなる傾向にある。

なお、小容量のオゾン発生装置においては、電源電圧が低く設計できたり、リアクトルに流す電流値が小さくできるため、直列リアクトルの方がコスト面で有利である。

実施例 3

[0050] 次に、図5により実施例3を説明する。この実施例3は、3相からn相まで、均等時間分割できる時分割器を備え、外部信号から指定相数信号を時分割器に入力することにより、時分割器から均等時間分割した信号をインバータに指令することで、3相からn相まで段階的に平衡性を保って、任意の相に可変制御できるようにしたものである。

図5は、コンピュータ43 00で、オゾン発生器の周波数F、インバータの駆動する相数nを入力し、コンピュータ43 00で、インバータ素子ブロック4 000に周期Tおよび入力したn相から位相時間tを算出し、制御回路42 00、インバータドライブ回路41 00を

介して各相のインバータ素子4 01に応じたインバータ駆動指令を算出しているところを示す。

図5において、9 001は周波数Fの入力信号、9 002は相数nの入力信号、91 00は演算ブロックである。この演算ブロック91 00は、周期Tの算出ブロック911 0と、位相時間tの算出ブロック912 0と、相数に合った位相間隔の算出ブロック913 0とを含んでいる。入力信号は周波数F、相数n以外にオゾン発生装置の出力制御する負荷電流指令信号等があるが、ここでは、相数変更による位相の平衡性を制御する発明と直接関係を要しない入力信号は省略した。また、演算ブロック91 00の演算においても、相数変更による位相の平衡性を制御する演算処理については省略した。

[0051] 次に、動作について説明する。

水処理装置やパルプのオゾン漂白等の大規模システムでは、ほぼ365日連続運転することが重要なことである。また、長期間故障で停止すると、オゾン処理をすべきものが、出来ず処理待ちの原資が増大するれづ問題が生じる。

このようなことから、大容量オゾン発生装置になればなる程、装置の故障復旧の容易さが重要になってくる。

大容量オゾン発生装置では、最大1日程度停止できる定期点検期間において、故障部分については、随時交換し、定期点検以前に故障した場合は、できるだけ短い時間で、装置を再開する必要がある。そのため、定期点検以前の故障では、的確に故障部分を検出し、故障した箇所を取り除き、性能が若干落ちても、安定に運転を再開できるようにする必要がある。

[0052] この実施例3では、6相(n相)オゾン発生装置において、装置の1部が故障した場合においても、相数を減らしても運転できるようにしたインバータ部の制御に関する実施例である。図5では、コンピュータ43 00から、運転するインバータの周波数Fと相数nもしくは、不要な相番について、指示すると、周波数Fと相数nから相数に合った位相間隔を演算ブロック91 00で演算し、インバータの制御回路42 00に信号を送り、制御回路42 00で、パルス信号を作り、インバータドライブ回路41 00を介して、インバータ素子ブロック4 000における運転したい部分のインバータ素子4 01にのみ運転できるようにしたものである。

このように、コンピュータ等により、相数に合った位相間隔を演算し、任意の相数に合ったインバータを運転できるようにすることで、インバータ自身は常に平衡負荷を保った状態で運転ができ、相数が変わることで、オゾン発生装置の負荷バランスがとれなくなり、電源の入力バランスを悪くする心配がなくなることになる。すなわち、3相から n 相まで、均等時間分割できる時分割器を備え、外部信号から指定相数信号を時分割器に入力することにより、時分割器から均等時間分割した信号をインバータに指令することで、3相から n 相まで段階的に平衡性を保って、任意の相に可変制御できるものである。

また、故障した相のインバータの結線を取り除く作業をせずに、運転を再開できる効果がある。

実施例 4

[0053] 次に、実施例4を図8により説明する。

図8は、6相(n 相)の直列リアクトル3 000、6相(n 相)交流電圧を昇圧する6相(n 相)トランス2 000-bおよびオゾン発生器負荷と共振させることで、力率改善を行う6相(n 相)並列リアクトル2 000-aを一体構成した構造図を示す。

図8において、21a-21fは6相(n 相)のトランスもしくはリアクトルのコイル部分を示す。22a-22fは6相(n 相)のトランスもしくはリアクトルのU型又はL型のコア部分を示す。23は断面形状が六角(n 角)のI型コアを示す。29はU型又はL型のコア-22a-22fとI型コア-23とを接続するバントを示す。

[0054] 次に動作について説明する。

この実施例4では、6相(n 相)オゾン発生装置において、6相(n 相)の直列リアクトル3 000、6相(n 相)のトランス2 000-bおよび並列リアクトル2 000-a(6相(n 相)変成器)を、図8のように、6相(n 相)に対応して、六角(n 角)形のI型磁性体29と、I型磁性体コア-29の多角面に、U型又はL型の磁性体コア-22a-22fを組み合わせることで、磁気ループを形成したコアを作り、この磁気コアにコイル21a-21fを設けることで、一体型の6相(n 相)トランス、リアクトルを形成している。

このように、一体型の6相(n 相)変成器に構成することで、6相(n 相)変成器を小型化することができる。

実施例 5

[0055] 次に、実施例5を図9により説明する。

図9は、6相(n相)の直列リアクトル3 000、6相(n相)交流電圧を昇圧する6相(n相)トランス2 000-bおよびオゾン発生器負荷と共振させることで、力率改善を行う6相(n相)並列リアクトル2 000-aの相数を容易に取外しや取付け容易な構造にしていることを示す。

[0056] 次に動作について説明する。

この実施例5では、一体型の6相(n相)変成器において、6相(n相)変成器の内、U型又はL型の磁性体コアを止めているバンド29を外すことで、容易に磁性体コアをコイル21毎取り除くことができる構造としたので、特に、故障した相の変成器を取り除き、オゾン発生装置のシステム再復帰を早めることができる効果がある。

実施例 6

[0057] この実施例6においては、6相(n相)オゾン発生器ユニットの各高圧端子12 0と直列にヒューズもしくは遮断器15a-15fを設け、不良になったオゾン発生器ユニット1 00、およびインバータ素子の1相分を遮断できるように構成したものである。

なお、6相(n相)オゾン発生器ユニットの各高圧端子12 0と直列に接続されるヒューズもしくは遮断器15a-15fは、トランス2 000-bの2次側の高電圧出力端子に直列に接続をしてもよい。

[0058] オゾン発生器ユニット1 00毎にヒューズもしくは遮断器15a-15fを設ければ、各相において、過電流が流れると自動的に、過電流が流れた相が遮断された状態で、運転が続けられることになる。また、遮断器15a-15fにおいては、図3に示すように、コンピュータ43 00により遮断器操作手段4315を介して、外部から強制的に遮断すれば、遮断した相を取り除くことなく、運転が続けられる。

実施例 7

[0059] 実施例7においては、6相(n相)オゾン発生装置の各部分に流れる電流を検出する電流検出器(図示せず)を設け、入力トランスの入力電流、出力電流、コンバータの出力電流、各相のインバータ素子の出力電流、直列リアクトルの出力電流、トランスの出力電流、並列リアクトルの電流、オゾン発生器ユニットの電流のそれぞれの電流

値を電流検出器で自動的に検出し、不具合部分を自動的に検出し、装置の停止もしくは不具合の相を切り離すようにしたものである。各部の電流値を監視し、所定電流範囲内であるか、ないかの判断をして、入力トランス、コンバータ、各相のインバータ素子、直列リアクトル、トランス、並列リアクトル、オゾン発生器ユニットの不具合部分を検出し、装置の停止もしくは不具合になった相を自動的に切り離すようにする。

[0060] オゾン発生器ユニット100毎に入力トランスの入力部、出力部、コンバータ出力部および各相のインバータ出力部、直列リアクトル部、トランス出力部、並列リアクトル部、オゾン発生器部に電流検出器を設け、入力トランスの入力電流値、出力電流値、コンバータ出力電流値および各相のインバータ出力電流値、直列リアクトル電流値、トランス出力電流値、並列リアクトル電流値、オゾン発生器ユニット電流値を随時検出し、これらの電流値をコンピュータ4300に取り込み、指定した定格条件以上の過電流が流れていないか、定格条件以下の電流が流れていないか監視し、定格電流範囲外の電流値を示している検出箇所を選出することで、入力トランス、コンバータ部および各相のインバータ出力部、直列リアクトル部、トランス出力部、並列リアクトル部、オゾン発生器ユニット部の故障箇所を特定し、装置の停止もしくは不具合になった相を自動的に切り離すようにする。

大容量のオゾン発生装置では、上記のように、システムの各箇所の電流を随時監視し、即座に故障箇所を特定し、装置の停止もしくは不具合になった相を自動的に切り離すことで、迅速な装置の修理および再運転させることに対して効果がある。

実施例 8

[0061] 実施例8においては、6相(n相)オゾン発生装置の各部分の電圧を検出する電圧検出器を設け、入力トランスの入力電圧、出力電圧、コンバータ出力電圧および各相のインバータ出力電圧、直列リアクトル部、トランス入力電圧、トランス出力電圧、並列リアクトル部、オゾン発生器ユニット電圧のそれぞれの電圧値を電圧検出器で自動的に検出し、不具合部分を自動的に検出し、装置の停止もしくは不具合の相を切り離すようにしたものである。各部の電圧値を監視し、所定電圧範囲内であるか、ないかの判断して、入力トランス、コンバータおよび各相のインバータ素子、直列リアクトル、トランス、並列リアクトル、オゾン発生器の不具合部分を検出し、装置の停止もしくは

不具合になった相を自動的に切り離すようにする。

- [0062] オゾン発生器ユニット100毎に入力トランスの入力部、出力部、コンバータ出力部および各相のインバータ出力部、直列リアクトル部、トランス出力部、並列リアクトル部、オゾン発生器部に電圧検出器を設け、入力トランスの入力電圧値、出力電圧値、コンバータ出力電圧値および各相のインバータ出力電圧値、直列リアクトル電圧値、トランス出力電圧値、並列リアクトル電圧値、オゾン発生器電圧値を随時検出し、これらの各電圧値をコンピュータ4300に取り込み、指定した定格条件範囲内の電圧にて稼働されているか監視し、定格電圧範囲外を示している検出箇所を選出することで、入力トランス、コンバータ部および各相のインバータ出力部、直列リアクトル部、トランス出力部、並列リアクトル部、オゾン発生器部の故障箇所を特定し、装置の停止もしくは不具合になった相を自動的に切り離すようにする。

大容量のオゾン発生装置では、上記のように、システムの各箇所の電圧を随時監視し、即座に故障箇所を特定し、装置の停止もしくは不具合になった相を自動的に切り離すことで、迅速な装置の修理および再運転させることに対して効果がある。

また、各箇所の電流、電圧の両方を随時監視することにより、より早く故障箇所を特定できる。

産業上の利用可能性

- [0063] この発明のn相オゾン発生装置は、高濃度で、かつ大容量のオゾンを必要とする下水の高度水処理やパルプ漂白分野の大容量オゾン発生装置に適用できる。

請求の範囲

- [1] 商用周波数の電圧を整流し、整流した電圧をインバータで所定周波数の交流電圧に変換し、所定周波数の交流をトランスおよびリアクトルで高電圧交流化し、高電圧交流化した高電圧と低電圧を出力するオゾン電源と、前記オゾン電源の交流高電圧を入力する高圧端子および低電圧を入力する低圧端子を有する1つの放電チャンバーと、この放電チャンバー内に積層設置され、平板状の高圧電極および低圧電極を交互に複数積層して構成された複数の積層平板式オゾン発生器ユニットとを備えた大容量オゾン発生装置において、

前記オゾン電源は、整流した電圧を n 相の所定周波数の交流電圧に変換し n 相の交流電圧波形を出力する n 相インバータと、前記 n 相インバータから出力された n 相の交流電圧を n 相の高電圧交流電圧に変換する n 個のリアクトルおよび n 相構成のトランスと、 n 相の高電圧交流電圧を出力する n 個の高電圧端子と、 n 個の高電圧に対して共通電位を有する1個の低電圧を出力する低電圧端子とから構成され、

前記複数の積層平板式オゾン発生器ユニットは、前記放電チャンバー内で n 個に電氣的に分割され、1つのオゾン発生器ユニットの高圧電極は同電位の高電圧電位とし、それぞれのオゾン発生器ユニットが s 個の高圧電極端子とオゾン発生器ユニットの全ての低圧電極を共通にした1個の低圧電極端子を引き出し、前記オゾン電源出力の n 個の高電圧端子にオゾン発生器ユニットの n 個の高圧電極端子を接続し、前記オゾン電源出力の1個の低電圧端子にオゾン発生器ユニットの1個の低圧電極端子とを接続することにより、 n 相の交流放電を各オゾン発生ユニットで発生させ、オゾンが発生させるようにした n 相オゾン発生装置。

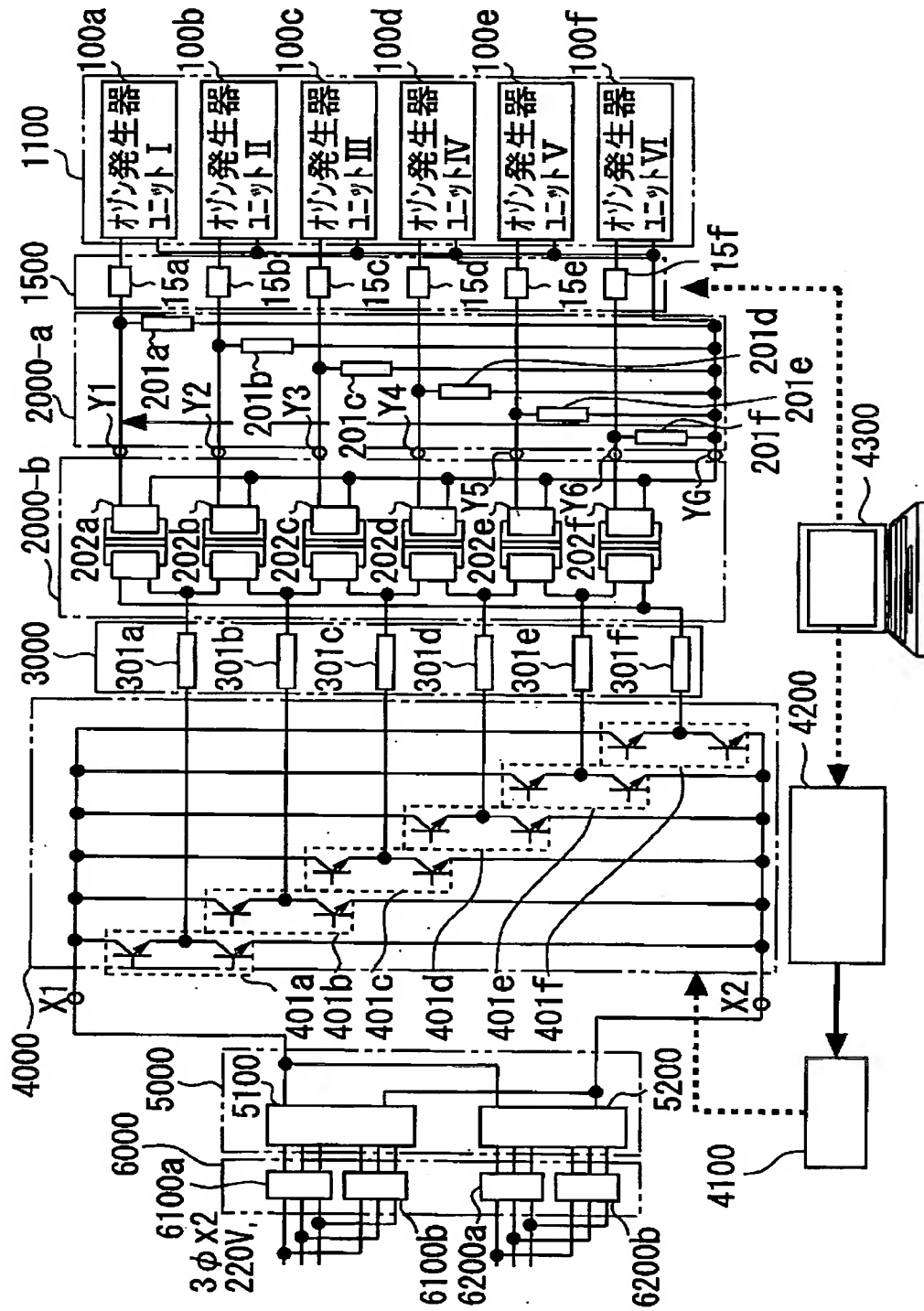
- [2] オゾン電源は、 n 相トランスと複数のオゾン発生ユニットとの間に設けられ、オゾン発生ユニットの全ての低圧電極を共通にした1個の低圧電極端子と n 個のオゾン発生ユニットのそれぞれに並列に接続された n 個のリアクトルを備えたことを特徴とする請求項1記載の n 相オゾン発生装置。

- [3] オゾン電源は、3相か s 相まで、均等時間分割できる時分割器を備え、外部信号から指定相数信号を前記時分割器に入力することにより、時分割器から均等時間分割した信号をインバータに指令することで、3相か s 相まで段階的に平衡性を保つ

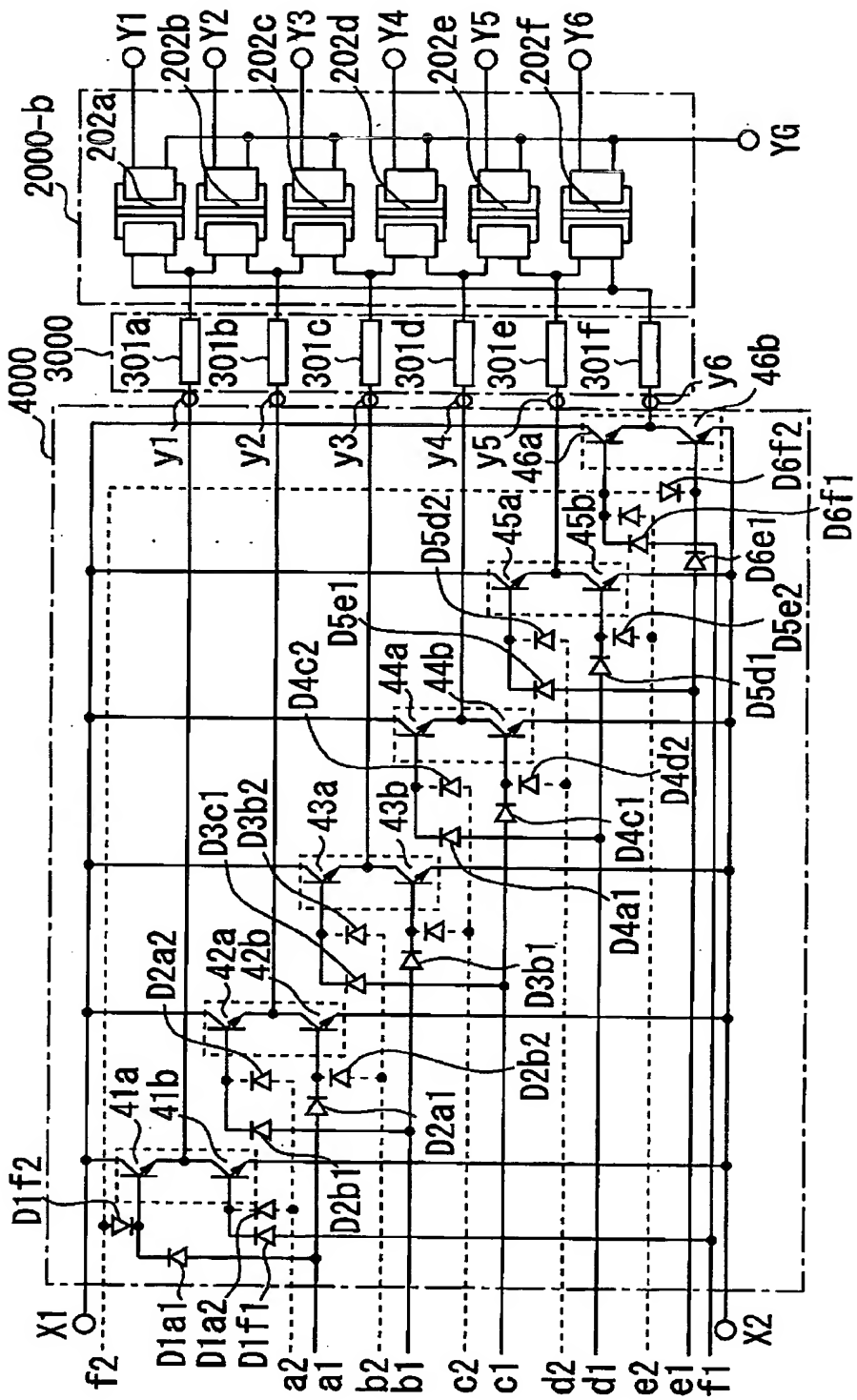
て、任意の相に可変制御できるようにした請求項1又は請求項2記載の n 相オゾン発生装置。

- [4] オゾン電源の n 個のリアクトルもしくは n 個のトランスは、断面形状を多角形にしたI型コアの周りの対辺に、トランスコイルもしくはリアクトルコイルを巻いたU型コアもしくはL型コアを複数個密着させることで、 n 個のトランスもしくは n 個のリアクトルを構成し、前記 n 個のトランスもしくは n 個のリアクトルのコイルをA結線もしくはスター結線に結線したことを特徴とする請求項1—請求項3のいずれかに記載の n 相オゾン発生装置。
- [5] オゾン電源の n 個のリアクトルもしくは n 個のトランスは、多角形のI型コアの周りの対辺に密着させたU型コアまたはL型コアを着脱自在な構成にして、 n 相のトランスまたはリアクトル構成とした変成器を3相— n 相のトランスまたはリアクトル構成に可変できるようにしたことを特徴とする請求項4記載の n 相オゾン発生装置。
- [6] オゾン電源の n 個の高電圧端子とオゾン発生器ユニットの n 個の高圧電極端子間にヒューズもしくは遮断するための遮断器を設けたことを特徴とする請求項1—請求項5のいずれかに記載の n 相オゾン発生装置。
- [7] オゾン電源の n 個の高電圧端子の出力部のそれぞれに電流検出器を設け、各位相に流れる電流値が所定値以上である相があれば、前記所定値以上の電流が流れている相を電氣的に遮断させ、 $n-1$ 相で運転するようにしたことを特徴とする請求項1—請求項4、請求項6のいずれかに記載の n 相オゾン発生装置。
- [8] オゾン電源の n 個の高電圧端子の出力部と低電圧電位出力部のそれぞれに電圧検出器を設け、低電圧電位と各位相にかかる電圧値が所定値以下である相があれば、前記所定値以下の電圧である相を電氣的に遮断させ、 $n-1$ 相で運転するようにしたことを特徴とする請求項1—請求項4、請求項6、請求項7記載の n 相オゾン発生装置。

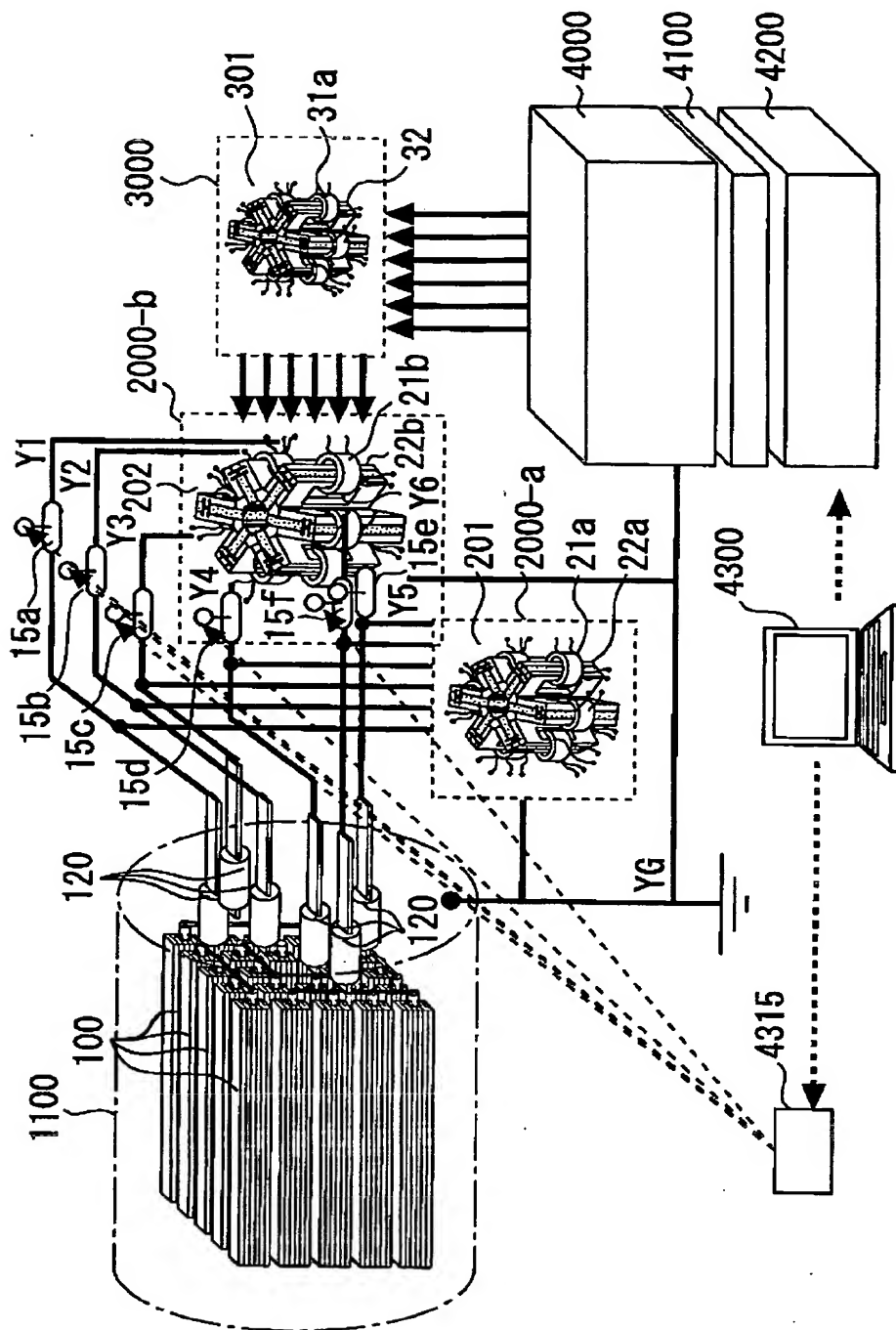
[図1]



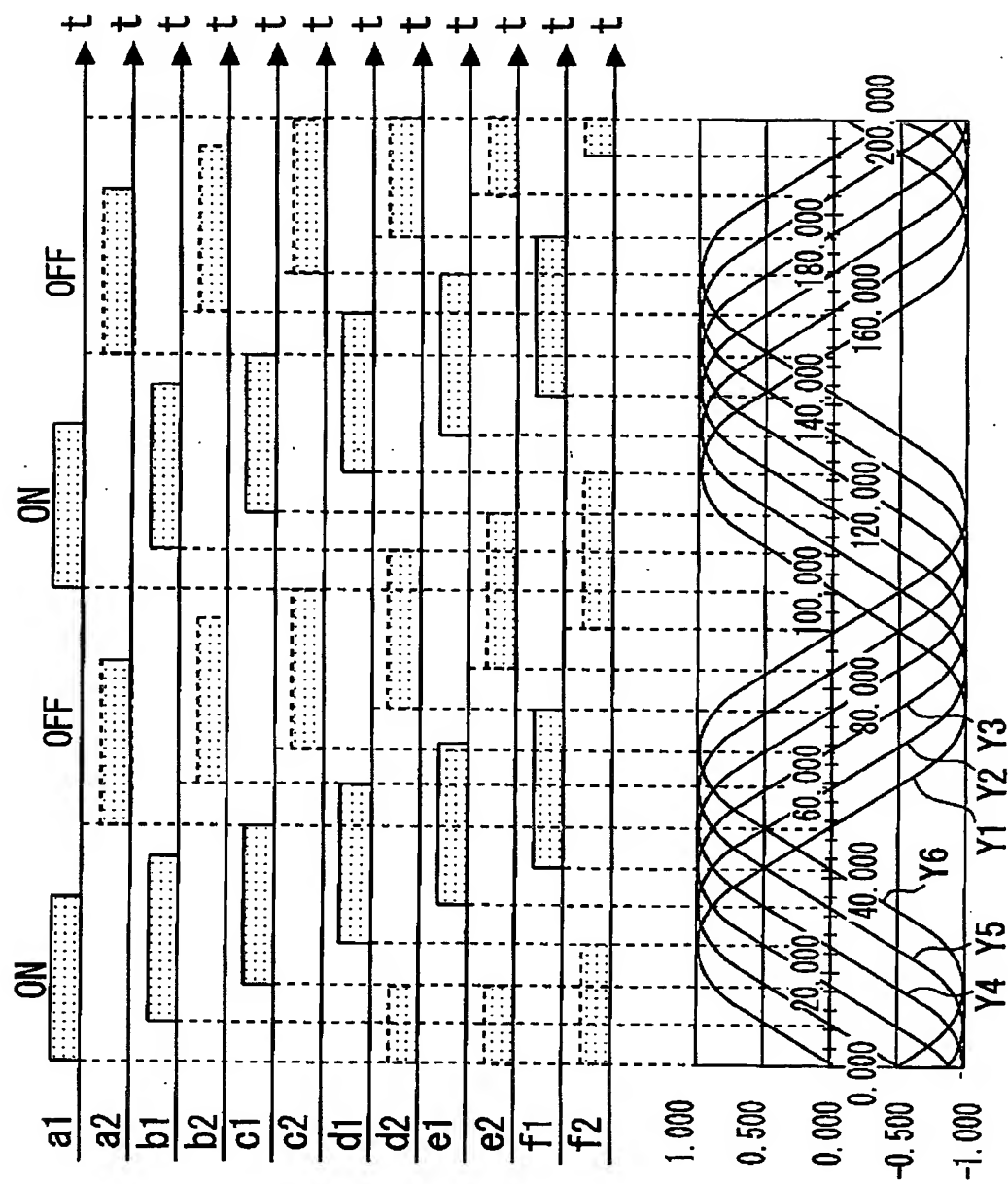
[図2]



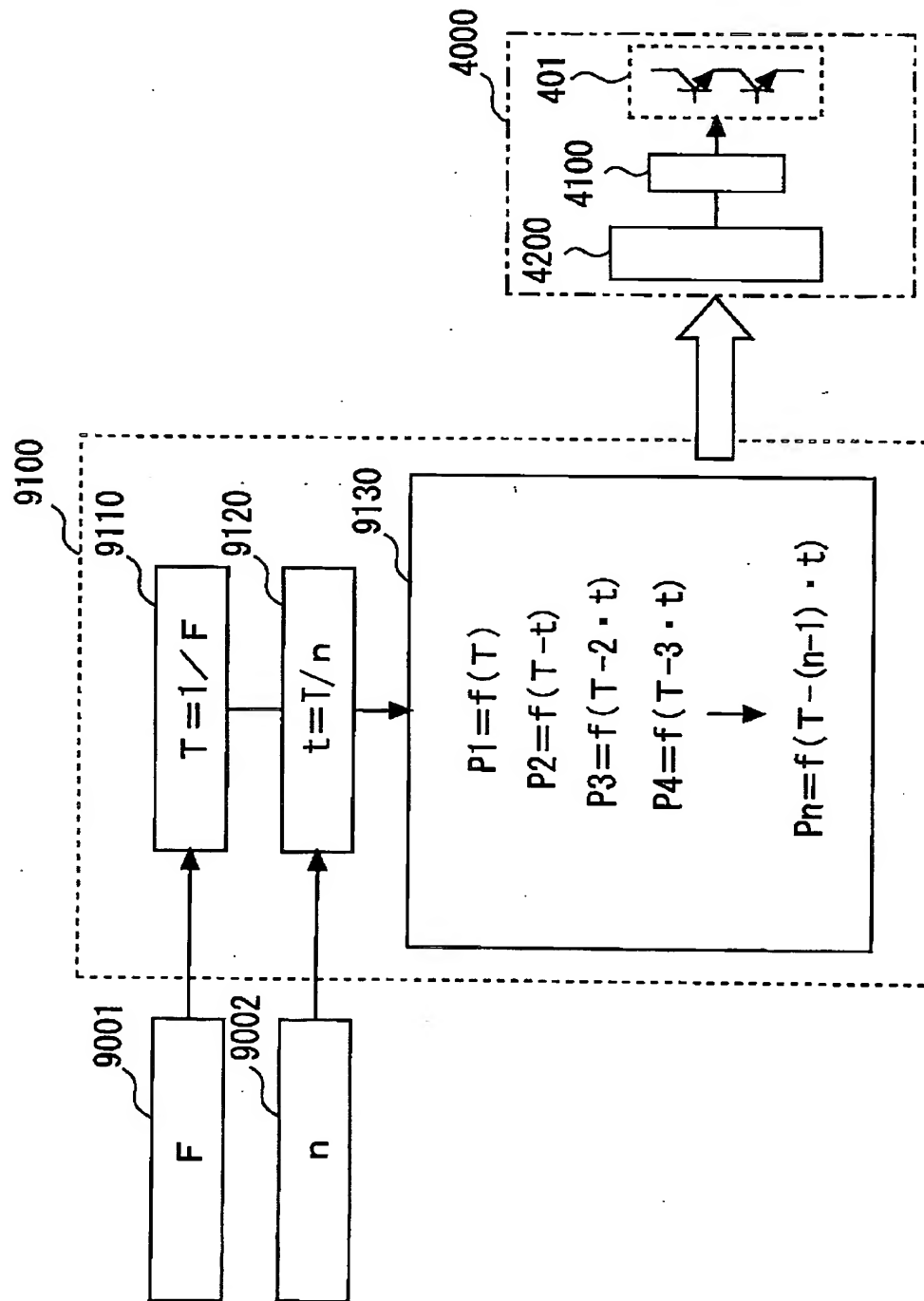
[図3]



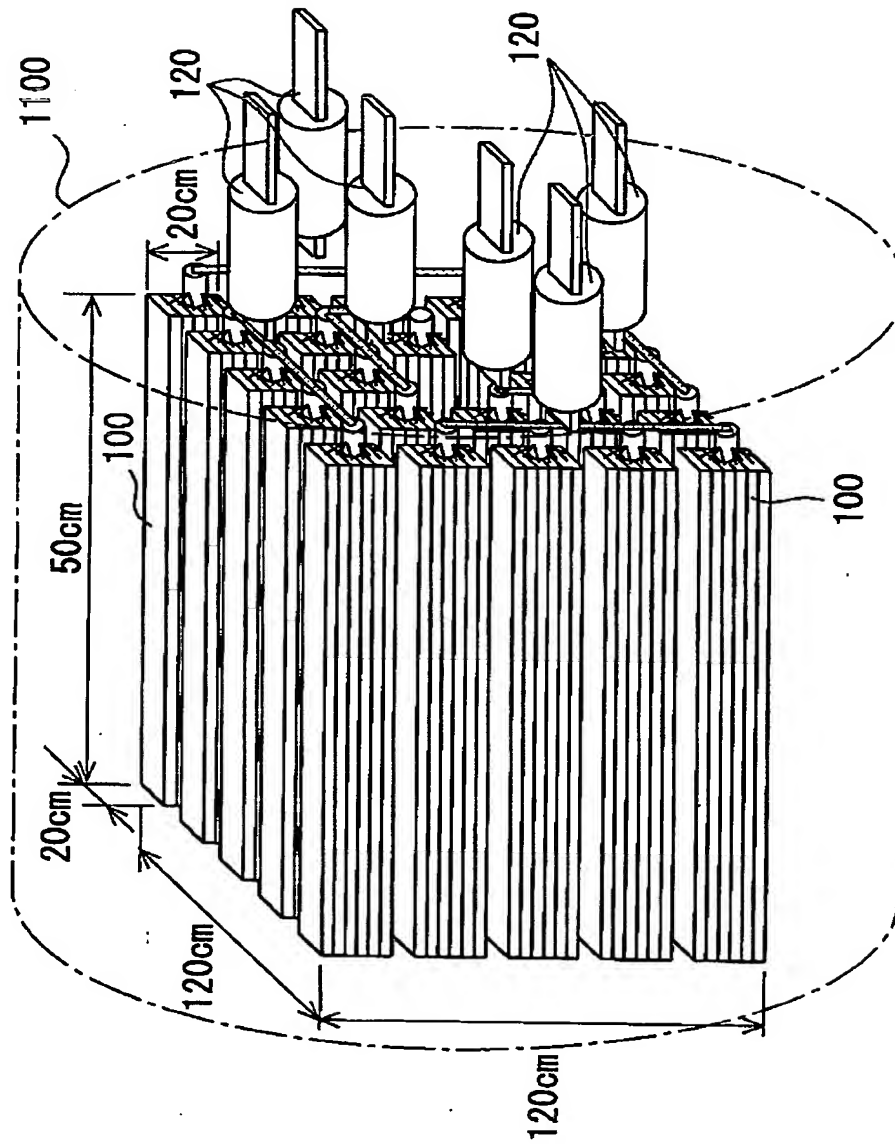
[図4]



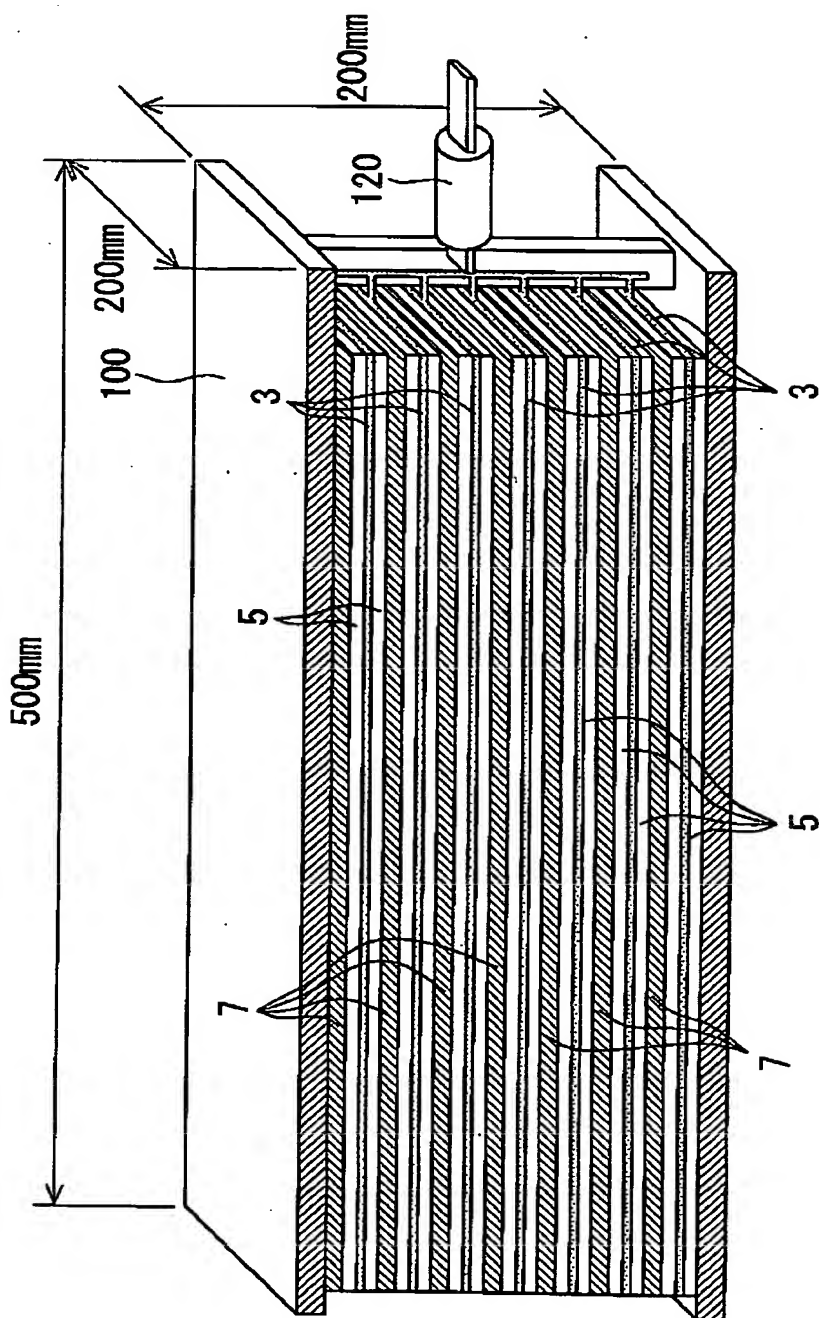
[図5]



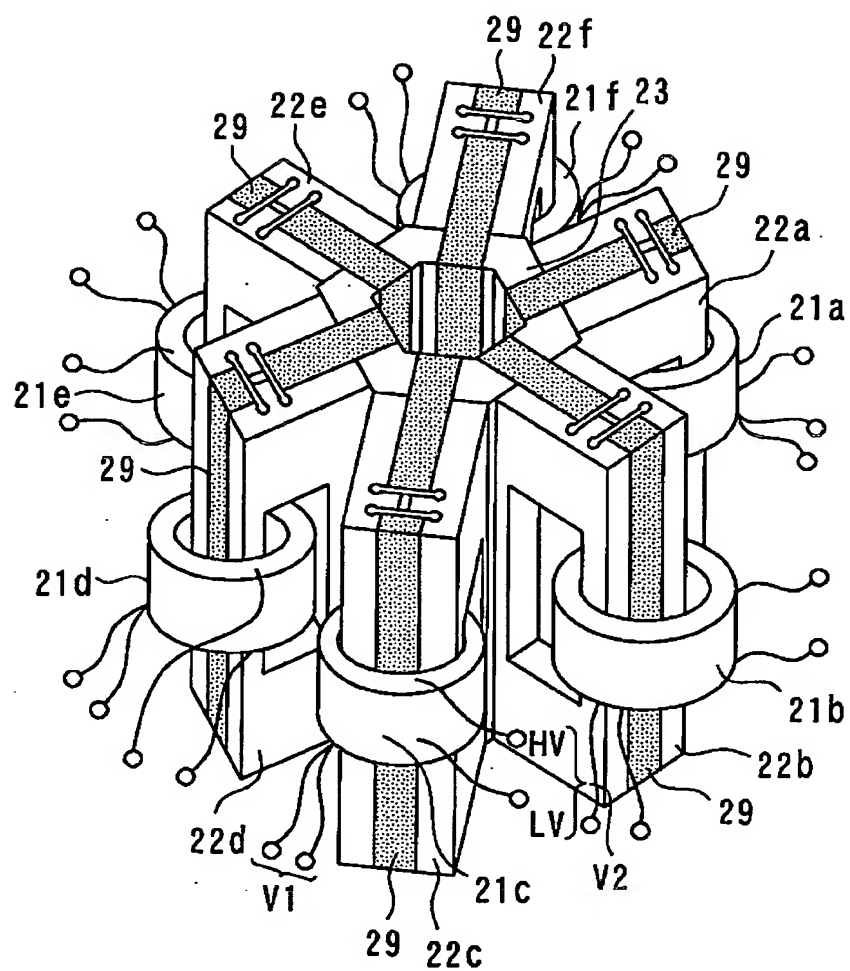
[図6]



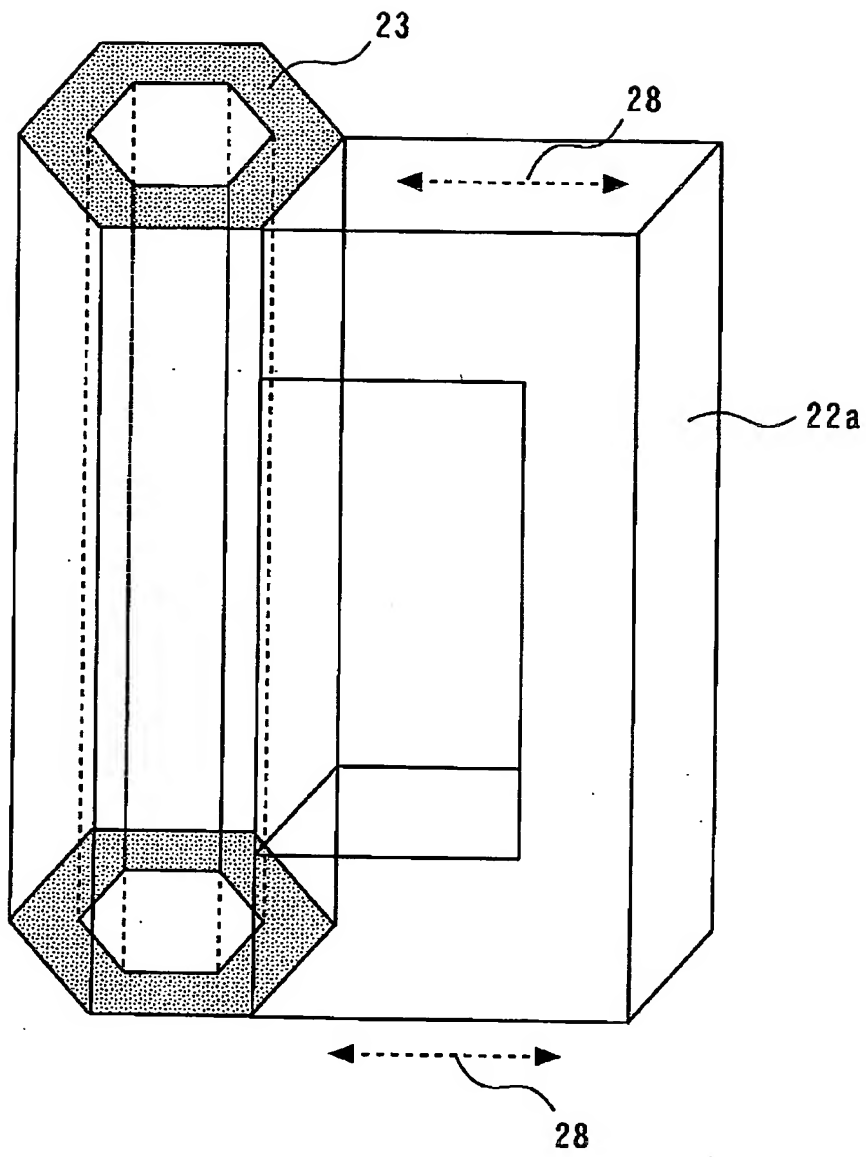
[図7]



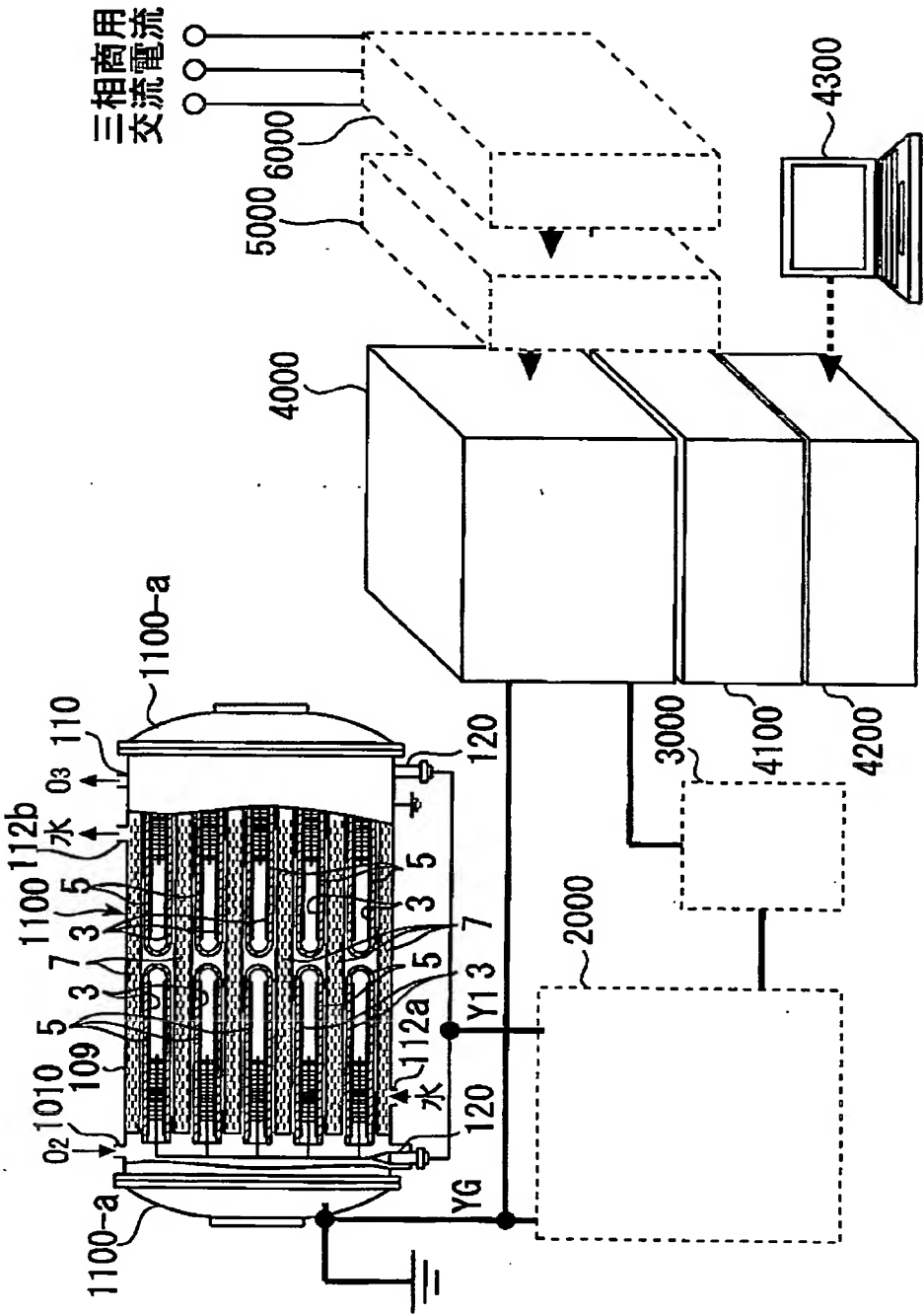
[図8]



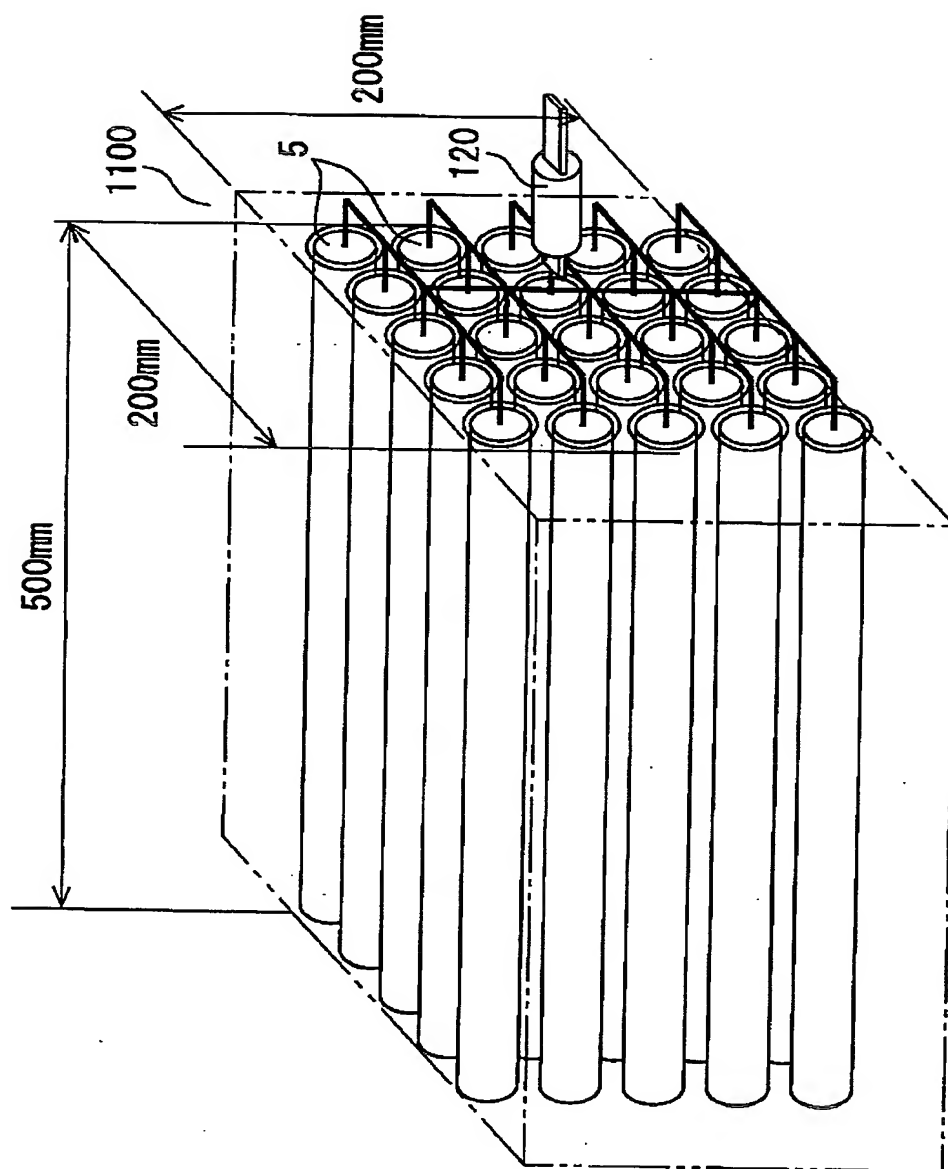
[図9]



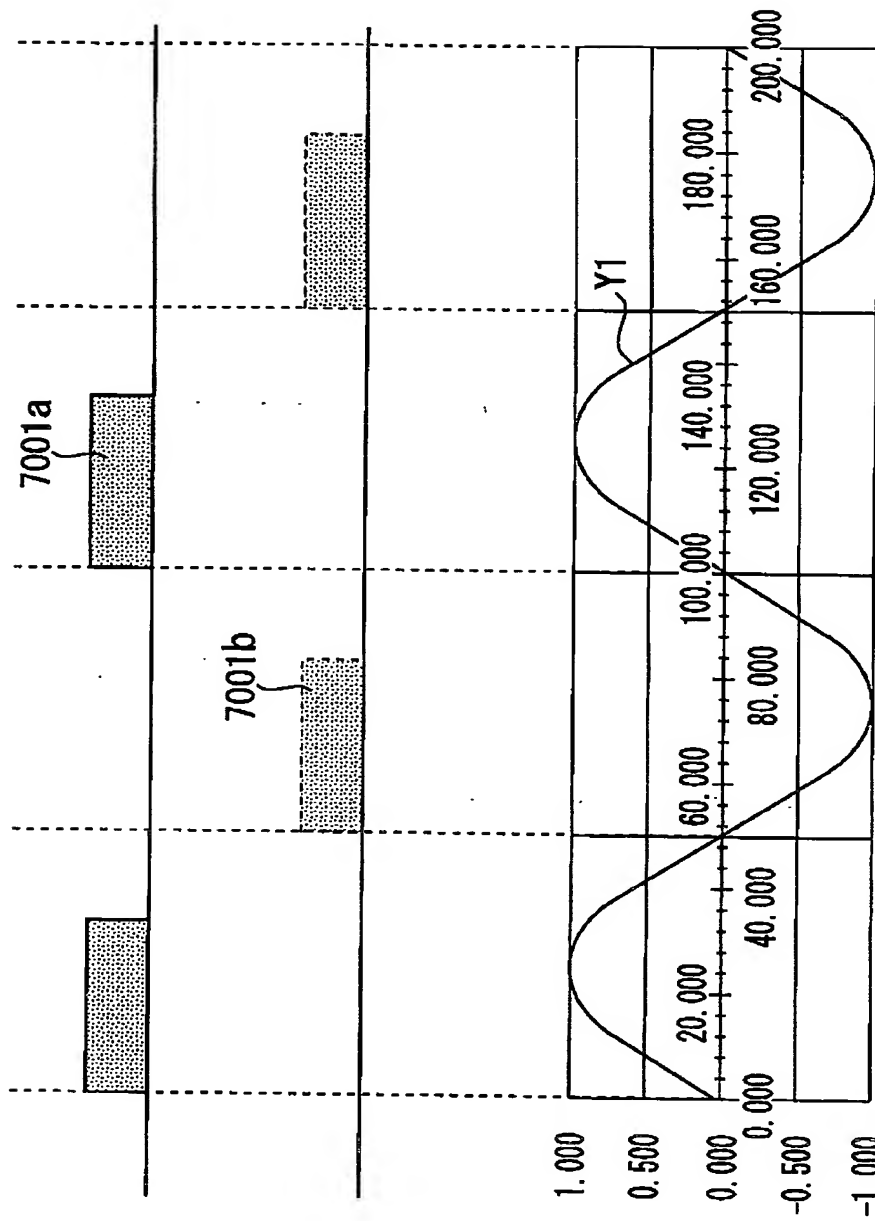
[図10]



[図11]

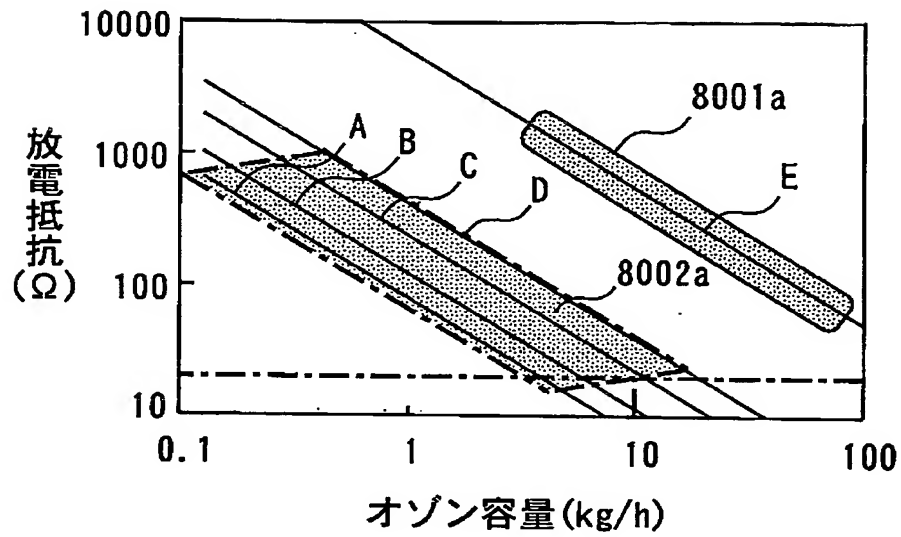


[図12]

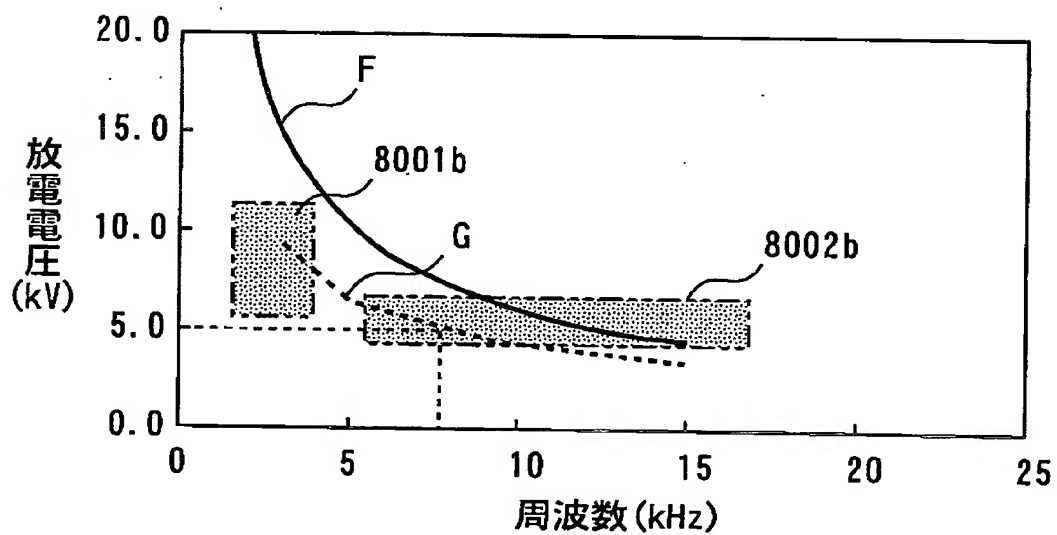


[図13]

発生器の容量と放電負荷抵抗

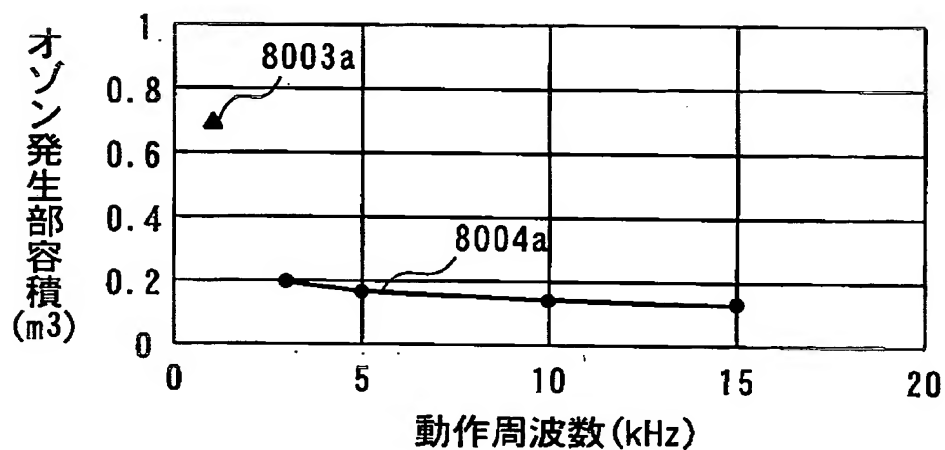


[図14]



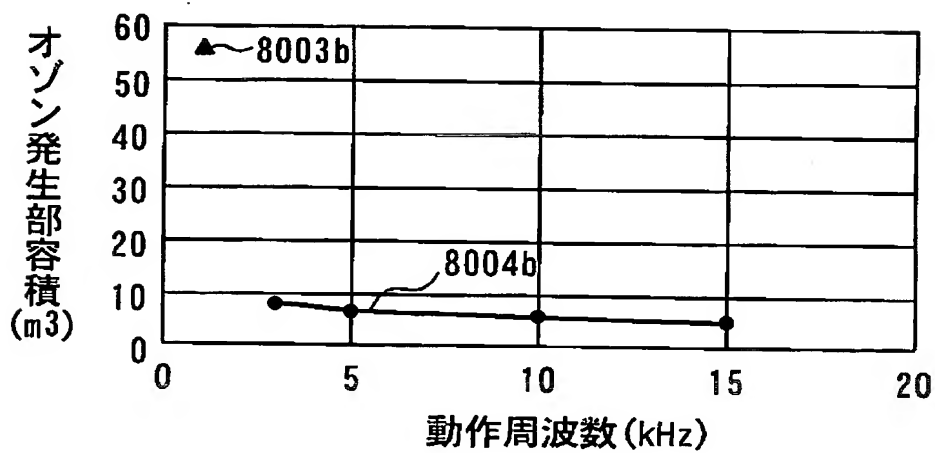
[図15]

7kg/h級オゾン発生器の容積比較

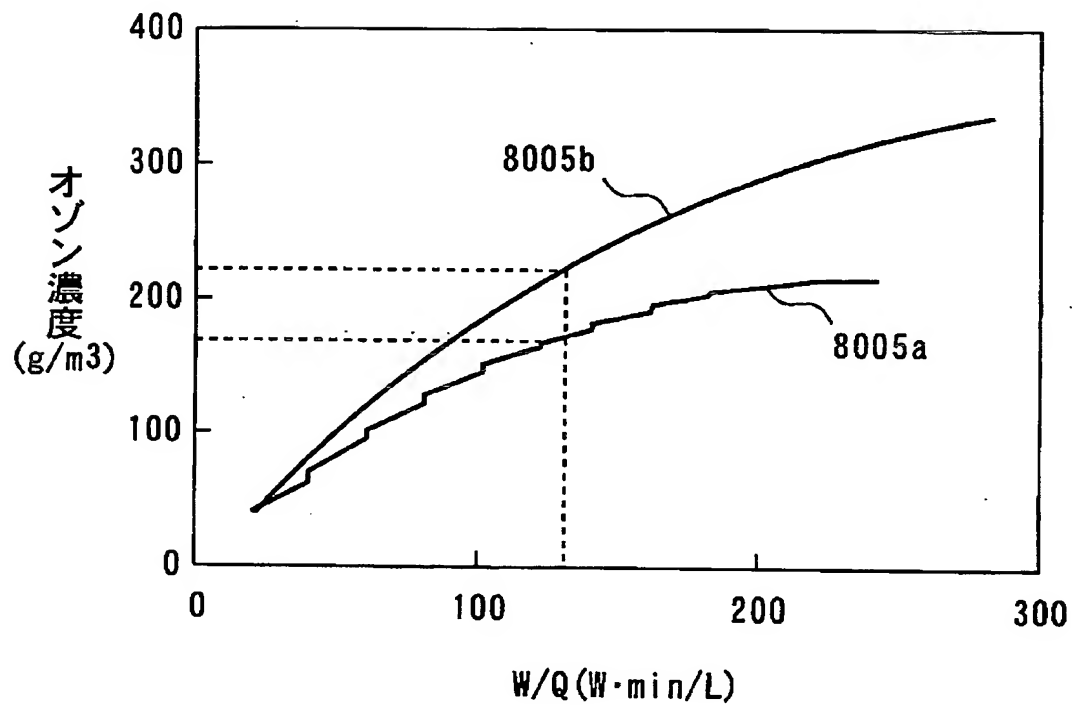


[図16]

70kg/h級オゾン発生器の容積比較



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int . Cl ⁷ C01B13/11, H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int . Cl ⁷ C01B13/11, H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2004
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2004	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho
								1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTplus (JOIS) , WPI/L

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-142963 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 May, 2004 (20.05.04) , Claims; Par. Nos. [0031] to [0124], [0136] to [0140]; Figs. 1, 3, 4, 30, 31 & US 2004/76560 A1 & EP 413549 A1	1, 2, 6- 8 3-5
Y	JP 9-59006 A (Meidensha Corp.) , 04 March, 1997 (04.03.97) , Full text (Family: none)	1, 2, 6- 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 December , 2004 (15.12.04)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014274

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-25104 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 27 January, 1998 (27.01.98), Claims; Par. Nos. [0005] to [0007], [0038] to [0040]; Fig. 9 & DE 69704990 D & TW 419437 W & CA 2210053 A & EP 818415 A1 & CN 1188070 A & US 5942196 A & KR 228865 B	1, 2, 6-13
Y	JP 54-5895 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 17 January, 1979 (17.01.79), Claims; page 2, lower left column, line 19 to page 3, upper right column, line 2 (Family: none)	6-8
A	Noboru WADA et al., "Daiyoryo Sekiso Heibangata Konodo Ozone Hassei Sochi", Mitsubishi Denki Giho, 1999, Vol. 73, No. 4, pages 252 to 256	1-8

国際調査報告

国際出願番号 PCT / JP2004 / 014274

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 C01B13 / 11, H02M7/48

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 C01B13 / 11, H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1 996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2 004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2 004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTp l u s (JOI S) , W P I / L

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリーホ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するとき泣、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2004-142963 A (三菱電機株式会社) 2004.08.20, 特許請求の範囲, [0031] - [0124] , [0136] - [0140] , 図1, 図3, 図14, 図30, 図31 & US 2004/76560 A1 & EP 413549 A1	1, 2, 6-8 3-5
Y	JP 9-59006 A (株式会社明電舎) 1997.03.04, 全文 (77 刊-なし)	1, 2, 6-8
Y	JP 10-25104 A (三洋電機株式会社) 1998.01.27, 特許請求の範囲, [0005] - [0007] , [0038] - [0040] , 図9 & DE 69704990 D & TW 419437 W & CA 2210053 A & EP 818415 A1 & CN 1188070 A & US 5942196 A & KR 228865 B	1, 2, 6-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

ホ 引用文献のカテゴリー

- IA 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 IE 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 IL 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 IO 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 IP 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の目の役に公表された文献

- IT 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 IX 特に関連のある文献であって、当議文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 IY 特に関連のある文献であって、当議文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 I&J 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 12. 2004

国際調査報告の発送日

11. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安斎 美佐子

4 G

9 4 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 54-5895 A(富士電機製造株式会社)1979. 01. 17, 特許請求の範囲, 第2頁左下欄第19行 - 第3頁右上欄第2行 (77ミリーなし)	6-8
A	和田昇 外5名, 大容量積層平板型高濃度水素発生装置, 三菱電機技報, 1999, vol. 73, no. 4, p252-256	1-8